112.

Fortsetzung der Vorarbeiten

zu einer

zukünftigen Wasser-Versorgung

der

Stadt Berlin.

Im Auftrage

des Magistrats und der Stadtverordneten zu Berlin

ausgeführt in den Jahren 1871 und 1872

von

L. A. Veitmeyer,
Civil-Ingenieur.

Hierzu ein Atlas mit **15** Plänen und Zeichnungen in Folio.

Berlin,
Verlag von Dietrich Reimer.
1875.

Städtisches Baubureau

StW
7832
-2-

Fortsetzung der Vorarbeiten

zu einer

zukünftigen Wasser-Versorgung

der

Stadt Berlin.

Im Auftrage

des Magistrats und der Stadtverordneten zu Berlin

ausgeführt in den Jahren 1871 und 1872

von

L. A. Veitmeyer,
Civil-Ingenieur.

Hierzu ein Atlas mit **15** Plänen und Zeichnungen in Folio.

Berlin,
Verlag von Dietrich Reimer.
1875.

STADTBIBLIOTHEK AUGSBURG
BIBLIOTHEK des städt. Bauamts AUGSBURG
Städtisches Baubureau

Universitäts-Bibliothek

Königl. Landwirthschaftliche Hochschule
Berlin

Statut Berlin.

Königliche Bibliothek
Berlin

Bericht

über

die Fortsetzung der Vorarbeiten

zu einer zukünftigen

Wasserversorgung Berlins.

1872.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

I. Vorbemerkungen 1

II. Die Untersuchungen des Terrains. (Bohrungen) 16

III. Die auf dem Terrain um Berlin oberirdisch abfliessenden Wassermengen, ihr Verhältniss zu den atmosphärischen Niederschlägen und die unterirdisch zum Abfluss kommende Wassermenge 33

IV. Die Versuchsstation am Müggelsee 45

V. Schlussfolgerungen 71

VI. Verzeichniss der Anlagen, Zeichnungen und Pläne 81

I.

Vorbemerkungen.

Vorbemerkungen.

I.

Die auf Beschluss der gemischten Deputation vom 31. Juli 1871 in dem Jahre 1872 ausgeführten Arbeiten und Untersuchungen, betreffend die zukünftige Wasserversorgung Berlin's, waren bestimmt, die ersten Vorarbeiten, welche für den oben genannten Zweck auf Anordnung des Magistrats und der Stadtverordneten-Versammlung in den Jahren 1868/69 gemacht waren, in einer bestimmten Richtung fortzuführen und zu ergänzen. Sie schliessen sich daher jenen ersten Arbeiten innig an, und wenn dieselben auch in ihren Haupttheilen durch den Druck veröffentlicht sind, so dürfte es doch angezeigt sein, sie hier ganz kurz in ihren Zielen und Ergebnissen zu recapituliren, um die neuen Arbeiten im Hinblick auf jene besprechen und ihre Rückwirkung auf die Ergebnisse jener ersten Arbeit feststellen zu können. Sowohl die damals von mir aufgestellte neue Anschauung der Ansammlung und Bewegung des Untergrundwassers, besonders in den tieferen diluvialen Ablagerungen, welche den Untergrund der ganzen norddeutschen Ebene bilden, als das jene Arbeiten abschliessende generelle Projekt, werden an der Hand der neuen gewonnenen Erfahrungen zu prüfen, respektive zu modifiziren sein.

Die Vorarbeiten von 1868/69 umfassten 3 Haupt-Abtheilungen, nämlich:

1. Die an eine gute Wasserversorgung Berlin's zu stellenden Anforderungen; also die Feststellung der für Berlin bei einer auf 1½ bis 2 Millionen angewachsenen Einwohnerzahl nöthigen Wassermenge; die Art der Wasservertheilung in der Stadt, die nöthigen Druckverhältnisse und die Eintheilung der Stadt diesen entsprechend in eine Nieder- und eine Hochstadt; die Anlage von Hochreservoiren und die an die Güte des Wassers zu machenden Ansprüche, sowie die Einwirkung der Wasserquellen und der Entnahme auf letztere.
2. Die zur Erreichung der in 1. gesteckten Ziele vorgenommenen Untersuchungen und Messungen.
3. Die Anwendung dieser letzteren auf die Wasserversorgung Berlin's und ein auf dieselbe gegründetes generelles Projekt.

Die leitenden Grundsätze bei diesen Arbeiten, wie ich sie in zwei denselben vorhergegangenen Gutachten ausgesprochen hatte, gingen dahin, dass jedem Projekt und jeder Bestimmung über die zukünftige Gestaltung der Berliner Wasserversorgung vorherzugehen habe die Festsetzung der Oertlichkeiten oder Quellen, von und aus welchen das Wasser selbst zu beziehen sei; sowie der Nachweis, dass diese Wasserquellen auch in Zukunft, bei der auf 1½ bis 2 Millionen Köpfe angewachsenen Einwohnerzahl ein reines und gutes Wasser ausdauernd zu liefern vermöchten. Erst nach Bestimmung solcher geeigneten Wasserorte, ihrer Natur und Lage, konnte dann unter Berücksichtigung der Lokalverhältnisse Berlin's das generelle Projekt aufgestellt, sowie beurtheilt werden, ob überhaupt und in welcher Weise etwa die bestehenden englischen Werke sich diesem selbstständigen einheitlichen Projekt als integrirender Theil anschliessen, respektive jenes aus diesen sich entwickeln liesse.

Die Aufsuchung und Wahl der Wasserorte wurde neben den ungünstigen Lokalverhältnissen durch die aussergewöhnliche Grösse der nachzuweisenden Wassermenge erschwert. Wie damals sich ergab, wären bei 1½ bis 2 Millionen die Leitung benutzenden Einwohnern, im Jahresdurchschnitt 78 Cbkfss. Wasser pro Sekunde erforderlich und für den bedürftigsten Sommermonat 98 Cbkfss. pro Sekunde, oder für letzteren 8,467,200 Cbkfss. in je 24 Stunden. Nach den bisher an der hiesigen englischen Leitung gemachten Erfahrungen, würde diese Menge selbst für über 2¼ Millionen wirklicher Consumenten genügen. 1871/72 haben sich in den mit Wasserröhren belegten Stadttheilen nicht voll ⅔ der dortigen Häuser angeschlossen; geliefert wurden 1872 im Monat des stärksten Verbrauchs nur 1,585,520 Cbkfss. durchschnittlich pro Tag, weniger als ⅕ vorstehender Menge.

Für die bezeichnete übergrosse Wassermenge fanden sich zu direkter Benutzung nur die Spree und Havel mit ihren Seen geeignet, alle sonstigen offenen Wasserläufe oder Ansammlungen mussten zurückgewiesen werden, weil sie entweder nur verschwindend kleine Bruchtheile des obigen Quantums im Sommer darboten, so alle Fliesse der nähern und weiteren Umgegend, oder mittlere und grössere Mengen nur unter sehr ungünstigen Verhältnissen, welche ihre Benutzung zu kostspielig machten, so der Hellsee und der Bötzsee und die von Berlin entfernteren Seen. Desgleichen hat sich auch die inzwischen angebotene Benutzung des Elb-Spree-Kanals als ungeeignet und ohne Vortheile ergeben, (siehe mein Gutachten vom November 1870 und Sitzung der gemischten Kommission vom 31. Juli 1871).

Für die direkte Benutzung der Spree und Havel wurden als die geeignetsten Orte der Müggel- und der Tegeler-See nachgewiesen, da in ihnen das Wasser verhältnissmässig sehr klar und abgelagert ist,

ihre Ufer günstig sind zur Anlage künstlicher Filter, und sie selbst und ihre Umgegend auf viele Menschenalter hinaus vor städtischer Umbauung und Verunreinigung sicher erscheinen, auch ihre Tiefenverhältnisse sowie ihr Untergrund sich günstig ergeben.

Die damals von Herrn Professor Dr. Finkener angestellten Analysen der Wasser jener Seen und der Spree wiesen sie als verhältnissmässig gute und reine nach, doch gaben sie eine auffallend grosse Menge Ammoniak an, (1,9 Milliontel in dem Wasser der Spree an den englischen Werken im Juli), welche frühere Analysen niemals gefunden hatten! Diesen so wichtigen Punkt aufzuklären wurde im Januar 1871 von den Herren Professoren Dr. Finkener und Dr. A. Müller eine gemeinschaftliche Untersuchung vorgenommen, deren Resultat in Anlage III sich befindet. Es fand sich nur eine sehr kleine Menge Ammoniak, nur 0,16 bis 0,20 Milliontel; so dass auch in dieser Beziehung das Spreewasser als vollkommen ungefährlich bezeichnet werden kann.

Die Frage, ob aber auch die Spree und Havel zu allen Jahreszeiten, namentlich in den trockensten Jahren hinreichende Wassermengen führen, um ohne Störung der Schifffahrt die nöthigen Mengen ihnen entnehmen zu können, konnte entschieden bejaht werden. Die sehr ausgedehnten Messungen und Berechnungen wiesen nach, dass selbst das ganz aussergewöhnlich trockene und wasserarme Jahr 1868 dies ohne Gefahr erlaube.

In dieser Richtung sind die Untersuchungen durch die vorjährige Arbeit fortgesetzt worden. Sie haben das Gleiche auch für die seitdem verflossenen Jahre festgestellt. Die folgende Tabelle über die Wassermengen der Spree, sowie die graphischen Darstellungen auf Blatt 15 und 16 weisen dies nach. Die Havel führt nach den Messungen 1868/69 stets rot. die Hälfte der Wassermenge der Spree*).

Ein Vergleich der Wassermengen, welche die Spree in den einzelnen Monaten geführt hat, ergiebt, dass so geringe Wassermengen, als 1868 vorkamen, nicht wieder aufgetreten sind, obgleich die Jahre 1869 bis 1872 alle hinter dem 17jährigen Durchschnitt 1851/68 zurückblieben. Nach diesem ist der October der wasserärmste Monat mit 993,6 Cbkfss. durchschnittlich pro Sekunde; 1868 ergab geringer die Monate Juli bis incl. November, und zwar den September mit 500,94 Cbkfss. als kleinste Wassermenge. Ein niedrigerer Wasserstand als 1868 war aber seit 1821, laut den seit diesem Jahre bekannten Notirungen, nicht vorgekommen. Es ergab als den wasserärmsten Monat:

*) Die Wasserstandstabellen in der Anlage I der Arbeiten 1868/69 sind bis 1872 incl. vervollständigt.

1851/67 den October mit 993,6 Cbkfss. pro Sekunde
1868 „ September „ 500,94 „ „ „
1869 „ October „ 781,81 „ „ „
1870 „ October „ 836,01 „ „ „
1871 „ October „ 853,53 „ „ „
1872 „ September „ 584,21 „ „ „

Dementsprechend sind auch so niedrige Wasserstände als 1868 in diesen Jahren nicht beobachtet worden. Selbst 1872 ist in Köpenick, dessen Wasserstände auch bei den ersten Arbeiten den Besprechungen zu Grunde gelegt wurden, nur 1' 5" als kleinster notirt, gegen 1' 2" in 1868; während die durchschnittlichen im September und October waren:

1' 6,123" und 1' 6,181" in 1872
1' 3,40" und 1' 6,5" in 1868.

Am Unterwasserpegel in Spandau dagegen zeigten im September und October:

1872 = 1' 8,91" und 1' 10,25"
1868 = 1' 5,37" und 1' 7,13"

Das Jahr 1868 ist demnach nach den fortgesetzten Beobachtungen als ein ganz aussergewöhnlich wasserarmes zu bezeichnen und nicht wieder erreicht worden. Der damals unter Zugrundelegung von 1868 geführte Nachweis, dass ohne Nachtheil für die Schifffahrt selbst in den wasserärmsten Jahren die obige für Berlin dereinst nöthige, so bedeutende Wassermenge aus Spree und Havel direkt entnommen werden könnte, wird durch die Jahre 1869 bis 1872 nicht beeinflusst; diese bestätigen ihn vielmehr, da 3 von ihnen in den wasserärmsten Monaten 50 bis 66% mehr Wasser geführt haben als das Jahr 1868; und selbst 1872 im wasserärmsten Monat noch 15% mehr, ja in diesem wasserärmsten Monat mehr als die Monate August, September und October 1868 brachten.

Wenn nun auch, wie schon oben angeführt, neben der Spree und Havel und den ihnen zugehörigen Wassersammlungen keine offenen Wasserläufe oder Seen, auch nicht in weiter Umgegend, als geeignet für die Wasserversorgung Berlin's aufgefunden werden konnten, so hatten die ersten Vorarbeiten doch noch eine andere Quelle sehr guten nutzbaren Wassers erschlossen. Sie hatten nachgewiesen, dass in den tieferen Schichten des sandigen, oft kiesigen Untergrundes der weiten und von den Thalsohlen ab ansteigenden Umgegend Berlin's, Wasser in reichem Maasse sich sammelt und diese Untergrundschichten ganz erfüllt. Dem Gesetz der Schwere folgend zieht das Wasser in diesen selben Schichten von den höher gelegenen Gegenden den tiefer liegenden zu. Diese Untergrundwasser erschienen in jeder Beziehung für die vorliegenden Zwecke geeignet. Sie bilden ein weit ausgedehntes, grosses, zusammenhängendes Bassin, dessen Tiefe die der Sandschichten

Tabelle

der

Wassermengen der Spree

in den Jahren 1851—1872.

Siehe Blatt 15 und 16.

1851 bis 1867 incl. Monat.	Mittlerer Monats-Wasserstand. Köpenick. Fuss	Zoll	Berlin. Ober Fuss	Zoll	Berlin. Unter Fuss	Zoll	Spandau. Ober Fuss	Zoll	Spandau. Unter Fuss	Zoll	Wassermenge in Cubikfussen pro Sekunde
Januar	3.	9,64	8.	6,33	5.	0,18	8.	8,11	4.	0,91	1556,0
Februar	4.	2,71	8.	10,58	5.	8,09	8.	8,05	4.	6,49	1830,77
März	4	6,35	9.	2,10	6.	1,16	8.	8,18	4.	8,32	1999,81
April	4.	4,68	9.	0,13	6.	0,62	8.	6,16	4.	8,02	1981,13
Mai	3.	9,01	8.	4,58	5.	2,72	7.	9,78	4.	2,12	1635,36
Juni	2.	11,81	7.	8,81	4.	1,43	7.	6,04	3.	8,27	1249,33
Juli	2.	9,52	7.	6,41	3	9,24	7.	1,55	3.	8,34	1150,40
August	2.	9,26	7.	6,62	3.	7,72	7.	1,16	3.	6,25	1103,92
September	2.	7,58	7.	5,09	3.	6,10	7.	1,58	3.	3,35	1051,00
October	2.	7,72	7.	5,64	3.	4,74	7.	5,88	2.	11,37	994,15
November	2.	10,03	7.	7,71	3.	6,47	7.	9,87	3.	0,51	1037,49
December	3.	3,73	8.	0,46	4.	2,61	8.	2,98	3.	6,30	1260,66
1868.											
Januar	3.	9,8	8.	5,26	5.	7,42	8.	10,42	4.	7,50	1821,55
Februar	5.	9,2	10.	0,14	7.	11,83	9.	5,21	6.	2,80	3039,59
März	5.	7,3	9.	7,03	7.	9,13	9.	3,87	6.	1,70	2915,82
April	4.	5,4	8.	10,67	6.	3,20	9.	3,47	5.	4,33	2150,11
Mai	3.	7,7	8.	2,26	5.	1,00	8.	2,87	4.	9,00	1639,93
Juni	2.	6,8	7.	3,47	3.	0,13	7.	4,07	3.	3,60	923,83
Juli	1.	10,7	6.	7,55	2.	1,90	6.	8,06	2.	7,16	695,17
August	1.	4,6	6.	1,65	1.	6,20	6.	5,71	1.	8,74	527,96
September	1.	3,4	6.	1,60	1.	5,77	6.	6,47	1.	5,37	500,86
October	1.	6,5	6.	4,58	1.	9,19	6.	8,42	1.	7,13	555,75
November	2.	0,7	6.	10,63	2.	6,00	7.	6,23	2.	4,60	751,63
December	2.	11,0	7.	8,55	3.	7,61	8.	6,26	3.	3,03	1080,60
1869.											
Januar	3.	9,97	8.	4,77	5.	6,03	8.	8,90	4.	4,48	1750,68
Februar	3.	11,61	8.	6,04	5.	8,14	9.	0,04	4.	5,54	1821,67
März	4.	4,23	8.	10,81	6.	1,07	8.	11,68	4.	8,68	2002,89
April	4.	0,90	8.	7,40	5.	7,37	8.	7,33	4.	4,30	1785,57
Mai	2.	11,10	7.	8,74	3.	10,23	7.	11,45	3.	3,55	1140,39
Juni	2.	4,00	7.	1,10	2.	7,60	7.	3,13	2.	10,03	810,84
Juli	2.	0,65	6.	9,68	2.	1,97	6.	9,20	2.	5,59	690,05
August	1.	10,77	6.	8,36	2.	2,65	6.	9,42	2.	4,55	696,20
September	1.	11,93	6.	9,63	2.	2,41	7.	2,80	2.	3,30	685,40
October	2.	3,32	7.	0,84	2	6,42	8.	4,45	2.	8,52	781,81
November	3.	1,10	7.	10,57	3.	11,60	8.	9,70	4.	0,47	1225,82
December	4.	2,55	8.	9,23	5.	7,52	8.	11,23	4.	11,03	1855,10
Jahresmittel 1851 bis 1867 incl.	3.	4,67	8.	1,37	4.	6,26	7.	10,78	4.	9,85	1404,16 **1377,97**
„ 1868	3.	0,93	7.	8,16	4.	0,78	7.	10,92	3.	7,41	1383,57 **1227,84**
„ 1869	3.	1,01	7.	1,01	4.	0,08	8.	1,44	3.	6,84	1270,53 **1207,40**

Anmerkung. Die Zahlen der Wassermengen im Jahresmittel sind aus den Monats-Wassermengen berechnet.

1870. Monat.	Mittlerer Monats-Wasserstand. Köpenick. Fuss	Zoll	Berlin. Ober Fuss	Zoll	Berlin. Unter Fuss	Zoll	Spandau. Ober Fuss	Zoll	Spandau. Unter Fuss	Zoll	Wassermenge in Cubikfussen pro Sekunde.
Januar	4.	9,00	9.	1,64	6	9,87	9.	4,03	5.	8,23	2422,75
Februar	3.	8,22	8.	2,21	6.	4,00	8.	9,36	5.	1,47	2149,66
März	3.	7,13	8.	2,06	5.	1,87	8.	8,81	4.	5,65	1644,33
April	4.	3,30	8.	9,83	5.	10,10	8.	8,37	4.	10,23	1928,86
Mai	3.	5,03	8.	0,87	4.	6,29	7.	9,42	4.	0,55	1400,24
Juni	2.	7,07	7.	4,30	3.	0,20	7.	2,70	3.	1,23	916,06
Juli	2.	0,74	6.	9,77	2.	4,35	7.	2,32	2.	7,97	741,85
August	1.	8,42	6.	6,55	2.	2,52	7.	3,19	2.	5,26	697,85
September	1.	10,70	6.	8,53	2.	4,63	7.	7,27	2.	11,67	758,15
October	2.	2,77	6.	11,48	2.	8,55	8.	4,55	2.	11,68	836,01
November	3.	1,10	7.	9,83	4.	2,20	7.	6,20	3.	11,07	1286,35
December	3.	2,45	7.	10,32	4.	9,26	8.	5,71	4.	1,97	1515,31
1871.											
Januar	2.	8,03	7.	4,23	4.	3,84	8.	6,48	3.	10,17	1321,49
Februar	2.	11,80	7.	7,50	4.	11,25	8.	9,89	4.	2,79	1548,71
März	6.	0,90	10.	4,29	8.	1,84	9.	0,42	6.	1,81	3105,91
April	4.	0,40	8.	6,57	5.	11,27	8.	6,87	4.	11,93	1981,74
Mai	3.	5,65	8.	0,68	4.	11,42	8.	7,80	4.	6,68	1580,64
Juni	3.	2,30	7.	10,93	4.	0,43	7.	7,10	4.	0,60	1248,14
Juli	3.	1,90	7.	8,10	4.	1,00	7.	6,87	4.	3,03	1269,91
August	2.	11,77	7.	6,13	3.	7,94	7.	6,13	3.	7,71	1116,20
September	2.	7,11	7.	3,00	3.	1,37	7.	6,93	3.	0,30	934,40
October	2.	6,10	7.	2,90	2.	9,90	7.	10,39	2.	9,90	853,53
November	2.	6,13	7.	2,80	3.	2,83	8.	4,33	2.	11,73	959,46
December	2.	5,80	7.	2,42	3.	6,45	8.	4,03	3.	3,94	1062,24
1872.											
Januar	2.	7,12	7.	4,55	3.	5,48	8.	5,24	3.	7,05	1056,06
Februar	2.	7,89	7.	5,85	3.	7,20	8.	6,58	3.	6,25	1092,15
März	3.	2,77	7.	11,13	4.	3,92	8.	5,02	4.	1,13	1342,19
April	3.	6,10	8.	1,50	4.	8,20	8.	2,26	4.	0,94	1449,45
Mai	3.	2,12	7.	10,62	4.	1,32	7.	8,14	3.	9,50	1254,94
Juni	2.	6,97	7.	2,53	3.	0,93	7.	4,82	3.	1,85	933,89
Juli	2.	1,24	6.	9,67	2.	5,63	7.	0,16	2.	6,21	755,60
August	1.	7,88	6.	5,62	1.	9,91	6.	7,91	2.	0,88	602,80
September	1.	6,12	6.	3,70	1.	10,37	6.	9,14	1.	8,91	584,21
October	1.	6,18	6.	4,47	2.	0,85	7.	3,25	1.	10,25	627,73
November	2.	0,70	6.	11,01	2.	8,04	8.	2,45	2.	7,77	803,63
December	3.	1,36	7.	10,71	3.	8,88	8.	4,18	3.	9,19	1145,41
Jahresmittel 1870	3.	0,49	7.	8,45	4.	2,32	8.	0,99	3.	10,41	1358,12 **1285,26**
„ 1871	3.	2,66	7.	9,96	4.	4,79	8.	2,44	3.	11,88	1415,19 **1357,21**
„ 1872	2.	5,70	7.	2,83	3.	1,92	7.	8,92	3.	0,67	970,67 **947,19**

obigen Monats-Wassermengen gemittelt, die fetten Zahlen in derselben Weise wie die

sein muss, und welches also einen mächtigen Wasservorrath aufgespeichert hat, der verhältnissmässig nur wenig in seiner Menge wechselt, und durch seine meilenweite Ausdehnung ein sehr grosses Sammelgebiet hat. Die angestellten Bohrungen hatten den Untergrund um den Müggel- und Tegeler-See günstig für die Benutzung dieser Untergrundwasser nachgewiesen. Auch die Berechnungen derjenigen Wassermenge, welche von den fallenden atmosphärischen Niederschlägen in den Erdboden einzieht und nicht wieder durch die Fliesse der Gegend abgeführt wird, ergab günstige Wahrscheinlichkeiten für die Nachhaltigkeit einer solchen Wasserentnahme. Ebenso lieferte der am Tegeler-See angelegte Versuchsbrunnen über Erwarten günstige Resultate während eines 4monatlichen Betriebes.

Gelänge es, diese neue Wasserquelle in ausgiebiger Weise nutzbar zu machen, so würde durch dieselbe ein ursprüngliches reines, in jeder Jahreszeit annähernd gleich temperirtes kühles und frisches, und ein direkt zu verwendendes Wasser gewonnen werden, während bei Flusswasser stets künstliche Reinigung, Filtration, nothwendig ist und das Wasser selbst nach der besten nie als ganz vollkommen rein, von den Einflüssen der thierischen und pflanzlichen Verwesung u. dergl. m. befreit, bezeichnet werden kann; auch verliert das Flusswasser nie seinen faden Geschmack gänzlich und ist im Sommer zu abgestanden und warm, im Winter zu kalt.

Aus diesen einschneidenden Gründen verfolgten die ersten Vorarbeiten die angedeutete Richtung soweit es die damals bewilligten Mittel und gesteckten Ziele gestatteten, denn diese ersten Vorarbeiten sollten ausgesprochener Maassen nur die Wasserfrage nach allen Seiten klar legen, sowie entscheiden, wohin sich speziellere Arbeiten zu wenden hätten. Obgleich nun die Wasserentnahme aus den tieferen Schichtungen erst gegen Ende der ersten Vorarbeiten in den Vordergrund trat und als ganz neu noch wenig Anhaltspunkte bot, so schien es gerade im Sinne der Aufgabe zu sein, das generelle Projekt auf diese neuangeregte Richtung zu gründen und konnte dies um so mehr geschehen, als die für eine direkte Wasserentnahme aus Spree und Havel gewählten Orte auch für die unterirdische Wasserentnahme die geeignetsten erschienen, indem die genannten Seen nicht nur die von der Natur bezeichneten Punkte der Wasseransammlungen zu sein schienen, sondern auch durch ihr geklärtes Wasser und günstigen Grund eine Rückwirkung auf das Terrain, eine Unterstützung jener anderen unterirdischen Wasser, besonders in trockenen Jahren und Monaten versprachen. Bei einer etwaigen Aufgabe des Projektes in dieser Richtung hatte nur die direkte Entnahme aus jenen Seen, verbunden mit der bekannten künstlichen Filtration an deren Stelle zu treten.

Das generelle Projekt umfasste demnach:

1. die Wasserentnahme,
2. die Nutzbarmachung des gewonnenen Wassers.

Erstere kam zu 3 dereinstigen Sammelanlagen mit je 200 Brunnen. Die Nutzbarmachung theilte sich, den Lokalverhältnissen entsprechend, in zwei getrennte Arbeiten, nämlich:

1. den Transport des Wassers zur Stadt und
2. die Vertheilung des Wassers in der Stadt.

Durch diese Theilung der Arbeit wurden sehr erhebliche Ersparnisse und auch sonst sehr vortheilhafte Verhältnisse für die Güte des Wassers und die Grösse und allmälige Ausbildung der Anlagen herbeigeführt. Die beiden genannten Arbeiten des Transportes zur Stadt und der Vertheilung in der Stadt sollten durch 3 an jenen Seen gelegene und den Sammelanlagen entsprechende Maschinenanlagen, Seeanlagen genannt, und durch 3 dicht an der Stadt gelegene Maschinenanlagen, Stadtanlagen, verrichtet werden. Als durchaus nothwendig hatte bezeichnet werden müssen, die Werke so um die Stadt zu vertheilen, dass wenigstens von zwei Seiten her das Wasser in dieselbe eingeführt werde. Es waren dementsprechend in dem generellen Projekt die Anlagen auf Ost und West, Müggel und Tegel, vertheilt, und zwar der Art, dass die Wasserzuflüsse ihrer Gebiete als Verhältniss für die Grössen der Anlagen genommen waren. Dementsprechend war auf den Osten (Spreegebiet) $\frac{2}{3}$, auf den Westen (Havelgebiet) $\frac{1}{3}$ der nöthigen Wassermenge gefallen, und hiernach die See- sowie die Stadtanlagen mit ihren Reservoiren bemessen worden.

Bei diesen ersten Vorarbeiten und ihren Resultaten, dem generellen Projekt, war nach Vorstehendem allein die Art der Wasserentnahme zweifelhaft geblieben. Es musste ausgesprochen werden, dass die bis dahin angestellten Erhebungen und gesammelten Erfahrungen nicht genügende Sicherheit boten um allein auf sie gestützt eine so kostbare Anlage gründen zu können. Die Natur der in Frage kommenden Verhältnisse macht aber, selbst bei fortgesetzten Untersuchungen, eine endgültige Entscheidung sehr schwer, ja in gewissen Grenzen wird dieselbe stets unsicher sein und nur als persönliche Anschauung bezeichnet werden müssen.

Dennoch hat sich diese Art der Wasserentnahme rasch in die Praxis eingeführt. Bürkli in seiner Broschüre: „die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich“ hat die Theorie dieser Wasser selbstständig dargelegt. Hierorts existiren bereits 4 Anlagen, welche grössere Wassermengen den tiefen Terrainschichten dauernd entnehmen. Auch die unter Leitung des Baurath Hobrecht ausgeführten Beobachtungen über den Stand des Grundwassers, sowie die diesseitigen früheren und vorjährigen Messungen haben bestimmt nachgewiesen, dass der Stand

des Grundwassers von den Flussthälern ab mit dem Terrain sich hebt, dass also von den höheren Terrainlagen, welche besonders nach Norden continuirlich von der Spree ab ansteigen, eine Wasserbewegung nach den tieferen Thalsenkungen statthaben muss. Der ganze sandige Untergrund dieser Gegend ist daher in einer gewissen Tiefe mit Wasser erfüllt, welches nach den Tiefpunkten dieses Bassins in steter Bewegung ist. Es wird nur darauf ankommen, wenigstens annähernd festzustellen, wie gross die natürliche Wasserbewegung d. h. der Zufluss nach einem gewählten Punkt hin angenommen, oder künstlich dauernd gesteigert werden kann, um hiernach die Grösse der nöthigen Anlagen bemessen zu können. Der Tegeler Versuchsbrunnen hatte in dieser Beziehung den ersten Anhalt geboten. Verhältnissmässig kleine Anlagen werden durch diese Unsicherheit nicht berührt, da sie sich ohne grosse Schwierigkeiten sogleich hinreichend gross anlegen oder allmälig erweitern lassen. Ganz anders aber liegt die Frage bei Anlagen, welche die kolossalen Ausdehnungen der hier nöthigen von Hause aus anzunehmen hätten.

Die Fortsetzung der Vorarbeiten hatte also vor Allem diesem Punkte näher zu treten. Es war daher bestimmt worden: eine Versuchsstation im grösseren Maassstabe anzulegen. Neben dieser sollten die Fliesse der Gegend auf ihre Wassermenge das Jahr hindurch gemessen werden, um wo möglich die Menge des oberirdisch abfliessenden Wassers gegenüber der in den Erdboden einziehenden zu bestimmen und dadurch denjenigen Theil der atmosphärischen Niederschläge, welcher, in den Erdboden einziehend, der in Aussicht genommenen Wassergewinnung zu Gute kommt. Endlich sollte durch fortgesetzte Bohrungen die Natur des Untergrundes weiter erforscht werden, um dadurch wo möglich zu entscheiden, ob die Untergrund-Verhältnisse gestatteten, derartige Anlagen der Stadt näher anzulegen als an den Ufern der oben genannten Seen. Die als günstig angenommene Einwirkung der Seen auf eine Wasserentnahme an ihren Ufern, besonders in trockenen Monaten, war durch die Versuchsstation wo möglich mit zu entscheiden.

Dieser letzte Punkt, die Rückwirkung der Seewasser auf das umgebende Terrain ist, wie s. Z. dargethan wurde, zum grössten Theil von der Art des Untergrundes jener Seen abhängig. Die damalige erste Untersuchung dieses Untergrundes beider Seen (siehe die Arbeiten von 1868/69) ergab günstige Verhältnisse, doch konnte eine genaue Untersuchung derselben damals nicht mehr vorgenommen werden, weil die betreffende Art der Wasserentnahme erst gegen den Schluss der Vorarbeiten in den Vordergrund getreten war. Der aussergewöhnlich anhaltende kalte Winter 1870/71 bot später hierzu eine günstige Gelegenheit. Schon Mitte December waren beide Seen ganz zugefroren, so dass von der festen Eisdecke aus die Untersuchung durch Bohr-

löcher vorgenommen werden konnte. Den speziellen Bericht über diese Untersuchungen mit einer Zeichnung der in den Seegrund gestossenen Bohrlöcher, habe ich im April 1871 überreicht. Die Resultate dieser Untersuchungen waren im Tegeler-See alle, im Müggel-See nur theilweise günstige, siehe den Bericht vom April 1871 und dessen Anlagen. Es fand sich in letzterem eine eigenthümliche Ablagerung in seiner westlichen Hälfte, welche vom Professor Dr. Müller untersucht wurde. Der Bericht des genannten Herrn vom April 1871 und ein genauerer vom Juni 1871 liegen in Anlage III diesem Bericht bei. Obwohl Herr Dr. Müller keinen nachtheiligen Einfluss jener Ablagerung auf durchziehendes Wasser fürchtete, so war dies doch womöglich praktisch nachzuweisen und hat auf die Wahl des Ortes für die vorjährige Versuchsstation eingewirkt.

Die im Tegler-See in rot. 30 Ruthen vom Ufer und bei rot. 10' Wassertiefe gestossenen 4 Bohrlöcher, siehe Blatt 4 und 4a, sowie Blatt 7, beherrschten eine Uferlänge von etwa 700 Ruthen und wiesen einen Untergrund nach, der in seinen Schichtungen denen der Umgegend entsprach; nämlich wechselnde Lagen mehr oder weniger groben, scharfen, ja kiesigen Sandes, mit Steinen und Steinchen reichlich untermischt. Feinere Sande traten erst in den unteren Schichten mitunter auf, und der Boden des Sees zeigte keine schlammigen oder moorigen Ablagerungen, sondern direkt reinen groben Sand in den obersten Schichten, nur wenig mit Muschelschaalen untermischt. Die Bohrlöcher waren bei 35 bis 54 Fuss unter dem Wasserspiegel, rot. 24 bis 44 Fuss in den Seegrund selbst eingedrungen und mehrfach durch grosse Steine gesperrt worden. Die Bildung des Seebettes, wie sie die Peilungen (siehe Blatt 4a = Blatt 16 der ersten Arbeit) nachgewiesen haben, lassen auf ein durchgehend gleiches Material des Seegrundes schliessen, und nur vielleicht dicht um die Ufer der Inseln dürften sich moorige Ueberlagerungen finden, obgleich bei den Peilungen auch dort sich nur wenig derartiges vorfand.

Nicht so günstig ergaben sich die Verhältnisse im Müggel-See, (siehe Blatt 3, 3a = Blatt 9 der ersten Arbeit und 6). Zwar zeigten auch hier die den ursprünglichen Seeboden bildenden Schichten bis 45 à 52 Fuss unter Wasser, rot. 35 bis 42 Fuss im Seeuntergrunde, die gleichen Bestandtheile, wie das umliegende Terrain, nämlich Sand, meist groben, öfter kiesigen mit Steinen vielfach durchsetzt; doch ergab sich nur der östliche Theil des Sees, Bohrloch 3 und 4 als rein an der Bodenfläche. In dem westlichen Theil fand sich die ursprüngliche mit einer entschieden jüngeren Ablagerung überdeckt, welche auch wahrscheinlich die Verwerfung der Tiefenkurven, siehe Blatt 3a, aus ihrem ursprünglich wohl gleichförmigen Lauf veranlasst hat. Die Tiefenkurven entfernen sich nämlich in auffallender Weise im west-

lichen Theile des Sees von den Ufern. Diese, über dem ursprünglich reinen Sand abgelagerte Masse, zeigte 3 Schichten, Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3., von denen die obere, Nr. 1, augenscheinlich, sowie auch nach den Analysen, aus einer Mischung von Nr. 2 mit Sand und Muschelstückchen bestehend; Nr. 3 kam nur in einzelnen Nestern in Nr. 2 eingelagert vor und wurde als ein Kalkmergel analysirt. Nr. 2 ergab sich dagegen als Kieselguhr (Gyttje) aus Infusorien-Resten bestehend. Das erste Gutachten des Dr. Müller befürchtete keine nachtheilige Einwirkung auf durch diese Schichten ziehendes Wasser. Nr. 1 verhält sich ganz indifferent; Nr. 3 kommt wie angeführt nur in Nestern vor und würde durchziehendes Wasser nur etwas härter machen; Nr. 2, die Hauptmasse, gäbe zwar organische Stoffe (Humussubstanz) an das Wasser ab, allein diese würde durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft im Wasser oxydirt werden (verbrennen), indem es diesen in Kohlensäure verwandelt. Ein schädlicher Einfluss konnte hiernach auf das Wasser um so weniger erwartet werden, als nur ein Theil des etwa aus dem See in das Land eindringenden Wassers diese Schichten zu durchziehen haben würde. Dennoch wies Herr Dr. Müller in seinem ersten Gutachten schon auf weitere Experimente hin, welche diese Frage näher zu entscheiden haben würden. Sein spezielles Gutachten (siehe Anlage III), dem die Analysen beigefügt sind, weist nun zwar Nr. 1 und Nr. 3 auch in ihren speziellen Bestandtheilen als ganz unschädlich nach; Nr. 2 dagegen als 16,6 Prozent organische Substanz und 16,8 Prozent Eisenoxyd enthaltend! Eine Digestation mit destillirtem Wasser im 15fachen Gewicht der Trockensubstanz und bei gewöhnlicher Temperatur, zeigte nach 8 Tagen 380 Millionentheile gelöster Substanz, wovon 120 verbrennlich und 260 eisenhaltige Asche, jedoch nur 13,1 Grad Härte (franzs.). Eine so starke organische Beimengung von solcher Löslichkeit und in Gegenwart von Eisen, musste bedenklich erscheinen und sollte die Frage über die Einwirkung dieser Schichten auf das Wasser endgültig entschieden werden, so musste die Versuchsstation im Bereich derselben angelegt werden.

Nach dem Vorhergehenden hatten die weiteren Vorarbeiten 1872 drei Hauptrichtungen zu verfolgen:

1. Die Untersuchung des Untergrundes näher zur Stadt durch Bohrungen.
2. Die Messung der in dem Terrain um die Stadt oberirdisch abfliessenden Wassermengen und die mögliche Schätzung der unterirdisch ziehenden Wasser.
3. Die Versuchsstation.

Diese sollen nun zunächst jede für sich dargestellt, und sodann in ihren Resultaten und Rückwirkungen auf das erste generelle Projekt verfolgt werden.

II.

Die

Untersuchungen des Terrains.

II.

Die

Untersuchungen des Terrains

Wie oben besprochen, hatten die Untersuchungen des Terrains sich auf die Frage zu beziehen, ob näher zur Stadt, als im generellen Projekt angenommen war, sich zur Gewinnung von Untergrundwasser günstiges Terrain nachweisen liesse. Es handelte sich also zunächst um die Gegend zwischen den damals gewählten Punkten, den Ufern des Müggel- und Tegeler-Sees und dem Weichbilde Berlins, also um die Nordseite Berlins. Sodann aber musste auch die Südseite der Stadt in's Auge gefasst werden, denn wenn eine Verlegung resp. Theilung der ursprünglich gedachten Anlage eintreten sollte, würde von neuem die Theilung der 3 angenommenen übergrossen See-Anlagen in mehrere kleinere, mit immer noch recht starken Wassergewinnungen, in Frage kommen.

Auf beiden Seiten der Stadt ist bei diesen Untersuchungen noch von den Hochebenen abgesehen worden, welche im Norden und Süden Berlins sich sehr dem Spreethal nähern und rasch nach diesem abfallen. Erfahrungsmässig sind diese Plateaus wasserarm; erst in sehr tiefen Schichten, nahe oder unter dem Niveau der Spree, tritt das Untergrundwasser dort auf, und selbst so tief ist nicht sicher darauf zu rechnen, da die unregelmässig angehäuften thonigen Ablagerungen, wenigstens stellenweise, weit unter den Flussspiegel hinunterreichen. Der Brunnen auf dem Viehhof hat mit 150 Fuss Tiefe bei einer Terrainhöhe von + 49 Fuss, diese Schichten noch nicht durchsetzt; ja auf dem Schwarzkopf'schen Fabrikgrundstück an der Garten- und Ackerstrassen-Ecke hat ein Bohrloch von rot. + 30 Fuss Terrainhöhe ausgehend, mit 114 Fuss noch in schwarzem sehr thonigem Sande gestanden. Auch auf der Südseite hat der Tiefbrunnen der Tivoli-Brauerei bei + 67⅓ Fuss Terrainhöhe erst mit 56 bis 57 Fuss unter Terrain den Wasserspiegel erreicht und eine Lehmdecke von rot. 23 Fuss durchbrechen müssen; 76 Fuss unter Terrain fand sich wieder eine starke Thonschicht. Das Bohrloch im Humboldtshain traf erst bei 61 Fuss unter Terrain auf Untergrundwasser. Ebenso ungünstige Verhältnisse zeigt das Terrain der neuen Gasanstalt in der Greifswalder Strasse.

Die Untergrundwasser sind also auf diesen Plateaus jedenfalls erst in grossen Tiefen zu finden, und im Vorlande in der Flussebene leichter, wenn nicht auch sicherer zu erschliessen. So lange als diese letzteren noch in Anspruch genommen werden können, ist kein Grund vorhanden, auf die Plateaus hinauf zu steigen. Die späteren Untersuchungen werden sich aber mit ihnen in weiterer Ausdehnung und mit ihrem Einfluss auf das Ziehen der Untergrundwasser zu beschäftigen haben; die vorjährigen hielten sich aus den angeführten Gründen in den tiefer liegenden Abdachungen. Sie haben sich nach 3 Richtungen gewendet, nämlich nach

1. dem Terrain zwischen dem Tegeler-See und der Stadt,
2. dem Terrain zwischen dem Müggel-See und der Stadt auf der Nordseite der Spree,
3. dem entsprechenden Terrain auf der Südseite der Stadt, also von Köpenick der Stadt zu.

Es lag ursprünglich auch in der Absicht, die kleine Ebene zwischen dem Grunewald und der Berlin-Potsdamer Eisenbahn südlich von Charlottenburg zu untersuchen, in welche die Seekette vom Lützen- bis Schlachten-See einschneidet, allein dort ist bereits alles Terrain in Privatbesitz zu Villenanlagen übergegangen, so dass davon Abstand genommen werden musste.

Die sämmtlichen Bohrungen sind auf dem Uebersichtsplan Blatt 1 eingetragen. Noch genauer ergeben sie die Specialpläne Blatt 3, 4, 5, und die Zeichnungen Blatt 6, 7, 8, auf welchen letzteren die einzelnen Bohrlöcher in ihren Schichtungen u. s. w. dargestellt sind. Die Bohrtabellen, Anlage IV, enthalten die Einzelnheiten. Zu bemerken ist jedoch, dass die in 1872 gestossenen Bohrlöcher durch beigefügte Buchstaben (a, b, c) gegen die früheren unterschieden sind, welche letztere alle auf den Plänen mit eingetragen und auch in den Zeichnungen theilweise angeschlossen sind.

---

a. Die Jungfernhaide östlich vom Tegeler-See.

Siehe Blatt 1, 4 und 7, sowie die Anlagen III und IV.

Bereits bei den Untersuchungen 1868/69 und den folgenden im Winter 1870 hatten sich die Ufer des genannten Sees sowie sein Untergrund südlich des Dorfes Tegel günstig für die vorliegenden Zwecke erwiesen. Die damals am Plötzensee gemachten Beobachtungen hatten dies auch in weiteren Ausdehnungen wahrscheinlich gemacht. Der Terrainausschnitt, welcher von Tegel im Westen, vom Schifffahrtskanal im Süden und vom Plötzensee im Osten begrenzt ist, erscheint schon durch diese Umfassung von Wasser vor Allem günstig. Das Terrain südlich vom Schifffahrtskanal bis zur Spree wird zwar aller Wahrscheinlichkeit nach die gleichen Untergrund-Verhältnisse haben, allein es ist vielfach von Torf-Fennen durchsetzt, deren Einfluss zu fürchten ist. Das Wasser, welches den erstbezeichneten Terrainabschnitt von 2 Seiten umzieht, ist in der oberen Kanalstrecke vom Plötzensee bis zum Tegelersee und in diesem letzteren ein gestautes Bassin, auf den beiden anderen Seiten liegt er dem Zuge des Untergrundwassers offen, welches sich von dem Plateau der Nordseite her nach dem Spree- und Havel-Thal zu bewegt. Auch für die Einleitung des Wassers in die Stadt sind Lage und Lokalverhältnisse sehr günstig. Das ganze Terrain, welches in der Westabsenkung des Nord-Plateaus vom Wandlitzsee her sich der Havel parallel und nach der Spree zu hinzieht, scheint hierher zu entwässern. Dasselbe ist durchgehend sandig, mit Wald reichlich bestanden und nur im Spreethal finden sich dicht am Fluss ausgedehnte Wiesen, an welche anschliessend die eigenthümliche Fennbildung, die später näher zu besprechen sein wird, in das Sandterrain als einzelne scharf abgesetzte Punkte eingeschnitten ist. Der Schifffahrtskanal zieht sich fast an der nördlichen Begrenzung dieser Fenne hin, und nur eins derselben, das Torffenn, liegt nördlich von demselben.

Die Untersuchungen haben sich daher vorzugsweise auf diesen erst bezeichneten Terrainausschnitt concentrirt, doch sind auch 3 Bohrlöcher südlich vom Kanal bis an die Grenze der Jungfernhaide vorgeschoben worden. Nördlich desselben sind 10 Bohrungen ausgeführt, die sich an diejenigen von 1868/69 anschliessen und mit diesen einen Kreis um den Artillerie-Schiessplatz und die Militair-Schiessstände, die sie umgehen mussten, bilden. Die Bohrlöcher erreichten 40 bis 60 Fuss Tiefe, eins 100 Fuss.

Diese 13 Bohrlöcher haben alle einen gleich günstigen Untergrund nachgewiesen. Bei vielen wurde das tiefere Eindringen der Bohrröhren durch Steine gehemmt und unmöglich. Grobe und kiesige Sande bis zu Kiesen, mit reicher Beimengung von Steinen und Steinchen haben sich in jedem Bohrloch und die Hauptmasse des Untergrundes bildend, gefunden, und selbst die dazwischen oft auftretenden Mittelsande sind meist mit Steinen und Steinchen reichlich gemengt, so dass oft die Bestimmung der Schichten unsicher wird. Feine Sande sind in den tieferen Schichten sehr selten und dann meist scharf*). An der Oberfläche treten dagegen Feine- und Mittelsande selbst bis 20 Fuss, ja in Bohrloch IXa bis 30 Fuss unter der Oberfläche auf, — 10 bis — 20 unter Null, und scheinen selbst bis zu dieser Tiefe alluviale Decksande zu sein, die aber in sehr wechselnder Stärke das Diluvium überlagern. Eine genaue geognostische Feststellung dieser Verhältnisse erscheint sehr wichtig zur genaueren Beurtheilung der Untergrundverhältnisse.

Eine durchgehende oder normale Folge der einzelnen Schichten hat sich jedoch, wie Blatt 7 zeigt, nicht nachweisen lassen. Dieselben wechseln in ihren Höhenverhältnissen stets, wenn auch ihr Material das gleiche ist, und in der ganzen Umgegend gleichmässig angenommen werden darf.

Thon ist nur 2mal No. IXa und No. XIIIa gefunden worden, (siehe Blatt 4 und 7), beide Male in einer sehr dünnen Schicht von rot. 6″, und auf — 18′ 7″ und — 62′ 8″. Sollte dies auf eine zusammenhängende Schicht deuten, so würde diese einen sehr starken Fall nach dem Kanal und der Spree zu haben, nämlich 44 Fuss Fall zwischen den beiden genannten Bohrlöchern! Am Kanal und See müsste die Schicht sehr tief liegen, keines der dortigen, bis — 52 Fuss absteigenden Löcher hat sie erreicht; auch VIIIa traf sie bei — 49′ 2″ noch nicht. Diese Thonschicht, falls eine solche vorhanden ist, würde daher nach Nordosten, nach dem Plateau zu, steigen und ist ihr vielleicht der starke Wasserandrang von dort her zuzuschreiben, welcher beobachtet ist und weiter unten anzuführen sein wird.

Aber noch eine Erscheinung der dortigen Gegend ist zu erwähnen,

*) Siehe die Vorbemerkungen zu den Bohrtabellen, Anlage IV, über die Bezeichnungen der Sande und Kiese.

die Fenn- und Wiesenbildung. Erstere sind tief eingeschnittene Vertiefungen, oft von sehr bedeutender Ausdehnung, an deren Rändern der Sandboden rein und scharf begrenzt auftritt; sie sind mit leichtem Wurzeltorf und Moor ausgefüllt, an der Oberfläche mit langstängligen Gräsern und oft mit hohem Buschwerk bestanden, auch selbst mit Baumwuchs, wobei die Oberfläche bucklige Klumpen und Erhöhungen bildet. Vor Jahrhunderten oder noch längeren Zeitabschnitten bildeten sie vielleicht Seen, ähnlich dem Plötzensee, der ebenfalls zuzuwachsen scheint; es hat sich auf seinem ursprünglichen Boden bereits eine sumpfige, sehr lockere Moorablagerung gebildet, welche rasch zunehmen soll und ihn allmälig auszufüllen scheint. Südlich vom Kanal dehnen sich mehrere theils sehr grosse Fenne aus (siehe Blatt 4), nördlich von demselben nur das Torffenn, an der Biegung des Kanals. Der Wasserstand in diesen Fennen scheint von dem der Umgebung unabhängig zu sein, er ist bei den dortigen Kanalbauten bis gegen 2 Fuss höher beobachtet als in der Umgegend. Das Torffenn ist von keiner bedeutenden Ausdehnung. Das Bohrloch IIIa ist in demselben gestossen worden und hat bis 28 Fuss in torfartiger Ausfüllung gestanden. Unter dieser fanden sich 4 Fuss feiner, scharfer noch verunreinigter Sand, 4 Fuss desselben Sandes, wahrscheinlich nur vom Bohrwasser verunreinigt, und dann reiner grober scharfer Sand mit Steinen, tiefer nur reine grobe, selbst kiesige Schichten. Einige, an anderen Stellen des Fenn näher zum Rande vorgenommene Untersuchungen ergaben ebenfalls, dass unter dem dort auslaufenden Torf und Moor reiner Sand lagert.

Eine andere Erscheinung sind die Wiesenbildungen. Bei ihnen ist nur die ursprüngliche Fläche verhältnissmässig wenig abgewaschen, und durch Humusablagerungen und Wiese bedeckt worden. Die Möckernitz ist eine solche (Blatt 4). Sie wird vom Kanal durchschnitten, so dass ein Theil derselben von grosser Ausdehnung auf dessen Nordseite liegt. Sie ist eine sumpfige Wiese und entwässert ihrer tiefen Lage wegen, vermittelst eines Rohres unter dem Kanal hindurch nach der unteren Spree. Das Bohrloch VIa, dicht an ihrem Rande angesetzt, wies schon nach 2 Fuss reinen Sand nach, und noch fünf über die Möckernitz vertheilte Bohrungen, siehe die Bohrtabellen Anlage IV, ergaben solchen von 6 bis 9 Fuss ab. Darüber lag Rasenboden und unreiner Sand.

Ob eine Wasserentnahme in grossen Mengen in der Umgegend dieser theils moorigen Gebilde von ihnen beeinflusst werden würde? Dies ist schwer zu entscheiden. Möglich, dass ihre Betten sich rasch so verschlammen, dass sie undurchlässig werden, falls sie es noch nicht sind; es ist nicht wahrscheinlich, dass die unter ihnen liegende 4 bis 8 Fuss starke verschlammte Sandschicht noch sehr wasserdurchlassend

ist; die oben angeführte Erscheinung, dass in ihrer nächsten Umgebung tiefere Wasserstände beobachtet sind, als sie selbst zeigen, scheint hierfür zu sprechen. Die Wasseranalysen (siehe weiter unten) lassen einen Einfluss derselben, wenn auch einen sehr geringen, vermuthen. Jedenfalls dürfte es gerathen sein mit den Sammelanlagen ihnen möglichst fern zu bleiben.

Das Terrain liegt bei den meisten Bohrlöchern auf rot. + 8 bis gegen + 13 Fuss wechselnd. Es steigt bei Bohrloch IIa auf gegen + 16⅓ Fuss, bei A und C auf + 15 Fuss und darüber, VIIIa und IXa, die am weitesten im Hintergrund liegen, zeigen gegen + 13 Fuss. Nur die Möckernitzwiese und das Torffenn sind in ihrer Oberfläche tiefer gesenkt, nämlich + 5′ 3″ und 6′ 5″. Ein erhebliches Ansteigen in der Fläche ist nach Vorstehendem in dem Terrain nicht markirt, mehrfach ist es jedoch mit dünenartigen Rücken durchzogen, wie solche sich häufig in unsern Wäldern und Ebenen finden, und denen auch die Erhebungen bei IIa, A und C zuzuschreiben sind.

Auffallend in diesem wenig ansteigenden Terrain ist der Abfall des Grundwassers in demselben von Nordost nach dem Spreethal zu. Auf Blatt 7 sind 2 Profile, ungefähr Nord nach Süd, zusammengestellt; das erste, Bohrloch VIIIa bis IXa zeigt nur einen Fall desselben von 20 Zoll auf rot. 1340 Ruthen. Das zweite Profil, Bohrloch IXa bis XIIa. ergiebt 5′ 1″ Fall auf rot. 770 Ruthen. Freilich war zwischen den Tagen der Messungen das Wasser der Spree 4 resp. 6 Zoll, das des Tegelersees und Kanals 5 resp. 3 Zoll gefallen, so dass die diesen näher gelegenen Bohrlöcher sich mehr gesenkt haben mussten, als die mehr landeinwärts gelegenen. Aber selbst dies berücksichtigt, so ist das bedeutende Ansteigen des Untergrundwassers nach Bohrloch IXa zu, stark markirt und zeigt sich continuirlich von XIIa aufsteigend durch IVa und Va; dass das Aufsteigen von XIa zu VIIIa weit geringer ist, erklärt sich daraus, dass der Abfluss von IXa ebenso nach Westen zum Tegelersee, als nach Süden zur Spree statt hat, wie der höhere Stand des Grundwassers in IXa gegen VIIIa und gegen C beweist; diese Differenzen betragen unter Berücksichtigung der Wasserstände im Tegeler-See über 4′ 3″ und ungefähr 5′ 3″ auf rot. 530 und rot. 800 Ruthen. Das bedeutende Ansteigen des Grundwassers nach dem Hochplateau zu, also ein Wasserandrang von dort her, scheint in jedem Falle festgestellt. Derselbe ist bei dem Bau des Schifffahrts-Kanals bei allen Grundbauten auch in sehr starkem Maasse beobachtet worden.

Am Kanal entlang und am Tegeler-See sind mit Ausschluss von Bohrloch VIa an der Möckernitz und Ia am Plötzensee, deren Wasserstand sich sehr tief fand, keine wesentlichen Differenzen im Stande des Wassers in den Bohrlöchern zu bezeichnen; die geringen beo-

bachteten Differenzen berechtigen ohne lange fortgesetzte Beobachtungen zu keinem Schlusse. Der fast gleichmässige Stand des Grundwassers in dieser Linie gestattet jedoch die Annahme, dass der Abfluss desselben von IXa her (siehe oben) gleichartig nach allen Seiten dem offenen Wasser zu statt hat.

Auch zwischen den Wasserständen des Kanales und des Tegeler-Sees und denen in den Bohrlöchern an ihren Ufern ist keine durchgehende Regel zu erkennen. Letzterer ist meist ein höherer, und zwar von 1 bis 7 Zoll, aber auch ein Tieferstehen von 3 Zoll bei No. VI und sogar von 1 Fuss bei No. I ist beobachtet, falls bei dem letzteren kein Fehler in der Messung vorliegt.

Die Analysen der Wasser aus den Bohrlöchern (siehe Anlage III, und darin die Tabellen) haben dieselben im Allgemeinen als sehr gut ergeben, sowohl im Gehalt an Ammoniak, Salpetersäure und Chlor, als in ihrer Härte, und fast überall hat sich das aus den untersten erbohrten Schichten geschöpfte Wasser erheblich besser ergeben, als das Mischwasser aus allen durchstossenen Schichten, so namentlich im Chlor- und Schwefelsäuregehalt. Nur wenige Proben zeigten sich und nur 1 bis 2 Grad härter als das Wasserleitungswasser, und nur 2 von dreizehn übertrafen dies erheblich im Chlorgehalt, während wieder andere sich auch darin bedeutend besser zeigten. Mit Ausnahme des Bohrloches im Torffenn zeigten alle den Ammoniak- und Salpetersäuregehalt äusserst gering. Jedoch herrscht mit Ausnahme der Härte eine grosse Verschiedenheit in der Zusammensetzung, die nur zum Theil örtlich erkennbaren Ursachen, wie der unmittelbaren Nähe von Fennen oder Wiesen zugeschrieben werden kann.

So zeigen die Bohrlöcher No. Va und XIIIa, die als zusammenliegend angesehen werden können, einen auffallend geringen Gehalt an Chlor in den Untergrundwassern, 6,5 bis 6,8 Millionentheil, während der Gehalt sonst von 10 bis gegen 13 Millionentheil schwankt; einmal, bei IVa, tritt im Untergrundwasser ein Chlorgehalt von 21,5 ein. Viel höher zeigt sich derselbe aber in den Mischwassern, die von gegen 11 bis etwas über 18 Millionentheil variiren, und in XIIa auf 24,1 in IVa auf 27,3 steigen. Aber selbst dies ist noch als ein sehr mässiger Chlorgehalt zu bezeichnen. Das Wasser der hiesigen Wasserleitung enthält rot. gegen 16 bis über 17 Millionentheil Chlor; über andere Leitungswasser und deren Bestandtheile, siehe die verschiedenen Tabellen in den Vorarbeiten von 1868/69, auf welche auch für die folgenden Vergleiche hingewiesen wird.

Der Schwefelsäuregehalt ist stets ein geringer und erreicht im Mischwasser nur einmal 26,7 Millionentheil, meist ist er in diesem etwas unter und über 20, und sinkt im Untergrundwasser oft auf

die Hälfte, erreicht aber auch in diesem selbst 21,3 in IXa, ein Gehalt, den z. B. die Londoner Leitungswasser stets haben, das in Kopenhagen und in Halle a. S. weit übertreffen.

Der Ammoniak- und Salpetersäuregehalt ist durchgehends ein sehr unbedeutender, nur einmal in Xa sollen 4 Millionentheil Salpetersäure im Untergrundwasser gewesen sein, was wohl einer speziellen Verunreinigung um so mehr zuzuschreiben ist, als sich im Mischwasser nur 1 Milliontheil fand; sonst ist der Gehalt an Salpetersäure 0 bis 1, an Ammoniak 0 bis 0,9; nur bei IIIa zeigten sich 2,0 und 2,5 als eine entschiedene Einwirkung des Fenn, in dessen sumpfigster Stelle das Bohrloch gestossen war. Das Untergrundwasser kann im Ammoniak als erheblich besser als das Mischwasser bezeichnet werden.

Die Härte der Wasser überschreitet selbst bei den härtesten kaum 15 Grad, ist meist rot. 11 bis 14 Grad (gleich denjenigen des Spreewassers) und selbst 7, 8,5 und 10,5 Grad kommen vor. Die Wasser sind also alle noch als weiche zu bezeichnen.

Dass die Wasserproben aus den Bohrlöchern durch die Art des Bohrens mit Bestandtheilen der durchfahrenen Schichten gemengt waren, ist selbstverständlich, doch klärten sie sich meist gut und waren meist von reinem Geschmack. Wichtig ist in dieser Beziehung, dass selbst das unter dem Torffenn und an der Möckernitz geschöpfte Wasser keine andere Einwirkung der dortigen Wiesen- und Torfmoor-Bildungen zeigte, als in dem gesteigerten Ammoniak-Gehalt bei ersterem, wie vorstehend angeführt. Dagegen ist zweimal, VIa und VIIa, eine Absonderung eines rothgelben Bodensatzes beobachtet worden, und bei letzterem ein theeriger (?) Geschmack im Mischwasser, der nicht mehr im Bodenwasser vorhanden war. Dieser ockerartige Absatz, der an und für sich nichts Bedenkliches hat und im Untergrundwasser weniger beobachtet ist, könnte jedoch auf ähnliche Erscheinungen deuten, wie sie an dem Wasser der Versuchsstation am Müggelsee beobachtet worden sind, siehe weiter unten „die Versuchsstation“. Diese Erscheinungen mahnen mindestens also zur Vorsicht.

Die Temperaturen der Untergrundwasser schwankten von Februar bis Mitte Mai von 8½ durch 7 bis 8 Grad Cels., nur einmal wurden 9 Grad Cels. gemessen.

Die Gegend um den Schifffahrtskanal und westlich vom Tegeler-See hat sich nach Vorstehendem in jeder Beziehung als geeignet zur Wasserentnahme aus dem Untergrundwasser ergeben. Die Gleichartigkeit der Schichtungen und die wahrscheinlich ebenso gleichartige Ausdehnung derselben weithin nach Norden, das starke Ansteigen des Untergrundwassers nach dem Nordplateau zu, die Güte dieses Wassers, die kiesige Beschaffenheit der unteren Schichten,

alles dies sind günstige Vorbedingungen, und erklären die so guten Resultate der Tegeler Versuchsstation von 1869. Nur die auch nördlich vom Schifffahrtskanal auftretende Fenn- und Wiesenbildung, namentlich erstere, ist bedenklich, sowie die erwähnten ockerartigen Abscheidungen aus den Wasserproben. Erstere haben zwar so gut wie keinen Einfluss auf das Untergrundwasser gezeigt, doch könnte eine Einwirkung bei starker Wasserentnahme eintreten. Und wenn auch, wie schon oben angeführt, gerade durch eine solche der Sand, der ihren Boden bildet, sich rasch verschlämmen und undurchlässig werden würde, so ist doch ihre Nähe zu vermeiden, und Sammelanlagen wären nur in grösserer Entfernung von ihnen anzulegen. Herr Professor Dr. Müller (siehe die Analysen) hält einige Hundert Meter Abstand für genügend.

b. Die Gegend zwischen Berlin und Köpenick südlich der Spree.

Die auf diesem Gebiet ausgeführten Bohrungen sind im Plane Blatt 1, 2 und 3 eingetragen und auf Blatt 8 dargestellt. Die Bohrtabelle Anlage IV ergiebt die Einzelnheiten; die Analysen des Wassers siehe Anlage III. Es sind dort im Ganzen 13 Bohrungen ausgeführt, die sich über die Fläche von Berlin bis Köpenick und zwischen der Spree und den Wiesen, am Rande des südlichen Plateaus verbreiten. Letzteres tritt hinter Köpenick bei Grünau ziemlich nahe an den Fluss heran, so dass sich zwischen beiden der Stadt zu ein Terrainabschnitt bildet, von dem Wiesen und Gründe den grössten Theil einnehmen. Vielleicht sind sie als ein alter Flussarm zu betrachten. Eine offene Entwässerung des Plateaus durch ein Fliess findet in dieser Richtung nicht statt. Die erbohrten Tiefen wechseln von 40 bis 60 Fuss, doch ist auch hier ein Bohrloch bis 100 Fuss getrieben worden.

Der Untergrund ergab sich nicht ungünstig, wenn auch nicht so günstig als in dem vorigen Gebiet. Zwar treten auch hier fast in allen Bohrlöchern Schichten groben oder kiesigen Sandes auf, mitunter selbst in ziemlicher Mächtigkeit, aber sie sind häufiger mit Mittelsanden und feinen Sanden gemengt, die in einzelnen Bohrlöchern, z. B. IIb, Vb, VIIIb, IXb, XIIb vorherrschen und in Nr. VIIIb sogar bis 93 Fuss tief sich fast ununterbrochen finden. Die Bohrlöcher am Fluss entlang ergaben meist gröbere, also günstigere Schichtungen, als die im Hinterlande. Eine thonige Ablagerung ist nur einmal im Bohrloch IXb bei 36 Fuss Tiefe (rot. + 25 Fuss Pegel) vorgekommen,

in rot. 3 Fuss Mächtigkeit, mit darunter liegendem weichen feinen Sande. Die Alluvial-Sande treten auf dieser Seite, nach einer oberflächlichen Untersuchung der Proben, an einzelnen Punkten 30 ja 40 Fuss tief auf.

Der Wasserandrang zeigte sich bei der Entnahme der Wasser-Proben zur Analyse sehr ungleich, auffallend schwach IIb, IXb und XIIIb; stark dagegen bei IIIb, XIIb, XIb, VIIb und VIIIb. Hiernach würde der Untergrund immerhin für eine Wasserentnahme günstig sein, wenn sich die Wasserproben aus den Bohrlöchern nicht mehrfach schon bei der Entnahme als schlecht, trübe, übelschmeckend, ja gefärbt ergeben hätten, so namentlich aus Vb und VIIIb; bei letzterem zeigte sich selbst das aus 100 Fuss Tiefe aus dem Untergrund geschöpfte Wasser bei einem sehr starken Wasserandrang gelb gefärbt. Auch die Analysen dieser Proben, siehe Anlage III, haben mit Ausnahme von Xb, das am weitesten nach Osten verschoben ist und sich als sehr gut und auffallend weich ergab, nicht so günstige Resultate ergeben, als diejenigen des vorher besprochenen Terrainabschnittes. Bei IIb und VIIIb steigt der Chlorgehalt bis 98 und 31,6 Milliontheil im Mischwasser, 78,1 und 23,6 im Untergrundwasser; bei IIb, IIIb, Vb beträgt die Schwefelsäure 79,0—23,9—58,8 im Untergrundwasser; Salpetersäure bei IIb im Untergrundwasser 4, bei IIIb = 3, bei XIII gar 20 Milliontheil. Dabei zeigen sich fast alle Proben trübe, bräunlich, langsam sich klärend; bei vieren von 15 zeigten sich ocker- und moorartige Absonderungen auch aus dem Untergrundwasser, einmal Petroleum ähnlicher Geschmack, einmal Buttersäure bei 50 Fuss Tiefe! Auch 6mal kommen höhere Härtegrade vor gegen 20 bis über 31°, und 3mal 15 bis 16,5°. Xb und anschliessend XIb und IXb (siehe Blatt 3) sind die besten, was den östlichsten Terrainabschnitt als entschieden günstiger als die westlichen Strecken kennzeichnet; dieser östliche Theil dürfte dem nach Köpenick zu gelegenen Terrain auf dem anderen Spreeufer mehr gleichartig sein.

Ob die Verunreinigungen der Wasserproben aus den Untergrundschichten oder aus dem zwischen dem Vorterrain und dem Plateau sich hinziehenden Wiesengrund, welcher ein alter Flusslauf zu sein scheint, herstammen, ist nicht direkt zu entscheiden. Jedenfalls ist der Untergrund als stellenweis verunreinigt oder unreinen Zuflüssen ausgesetzt zu bezeichnen, und eine Wassergewinnung hier nur im Nothfall an sorgsam ausgewählten Punkten vorzunehmen; das östlichste Terrain erscheint hierzu als das bessere, ja theils als recht geeignet. Vorläufig aber ist entschieden von diesem Terrain abzusehen.

Es ist schliesslich noch darauf hinzuweisen, dass auch hier das Ansteigen des Untergrundwassers von dem Fluss aus in das Terrain hinein sich deutlich markirt. So zeigen die Bohrlöcher Xb und XIb

gegen IXb und VIIIb einen Unterschied von 1 Fuss 4 bis 7 Zoll auf zu rechnende rot. 340 Ruthen, XIIIb und VIb vielleicht 1 Fuss 7 Zoll auf 460 Ruthen Entfernung. Ob von Ost nach West, dem ungefähren Lauf des Flusses, ein Abfallen des Unterwassers statt hat, lässt sich bei den einmaligen Messungen zu verschiedenen Zeiten und Wasserständen des Flusses und bei den Unregelmässigkeiten, welche die Terrainbildungen selbst hervorzurufen scheinen, nicht mit Sicherheit feststellen, doch scheint ein solches statt zu haben, wie namentlich das Profil durch die Bohrlöcher im Hinterland zeigt. —

c. Das Terrain nördlich des Müggelsee's und der Stadt zu bis Rummelsburg.

Siehe Blatt 1, 3, 6, und Anlage III und IV.

Die Untersuchung des genannten Terrains hat am nördlichen Ufer des Müggel diesseits Rahnsdorf begonnen und sich bis gegen Rummelsburg hin gezogen. Das freie Feld östlich von Rummelsburg bis zum Walde und nach Friedrichsfelde zu ist ausgeschlossen worden, da hier mehrfach sumpfige Torfwiesen auftreten, die tief einschneiden, und dieses ganze Feld seit langen Jahren zu Gemüsebau mit sehr starker Düngung benutzt wird, auch dieser Kultur wohl erhalten bleiben wird. Beides lässt auf ein verunreinigtes Untergrundwasser schliessen. In der oben bezeichneten grossen Fläche von über $1\frac{1}{2}$ Meilen Länge sind im ganzen 25 Bohrlöcher gestossen, denen sich 3 von den 1868/69, sowie auch die im Winter 1870/71 im See ausgeführten, einreihen. Im Allgemeinen dem Lauf der Spree folgend, breiten sie sich bis gegen 900 Ruthen von dieser in das Land hinein aus. Die Bohrtabelle Anlage VIIa enthält die Einzelnheiten der einzelnen Bohrlöcher, deren Lage Blatt 13 ergiebt, während auf Blatt 6 dieselben aufgetragen sind.

Das ganze Terrain ist von sehr gleichartiger Bildung, und zieht sich etwas ansteigend, von der Spree und ihren Seen bis zum Fuss des nördlichen Plateaus hin, welches ziemlich rasch in der Gegend der Frankfurter Chaussee abfällt. Drei von diesem herabkommende Flüsse, die Wuhle, das Alt-Landsberger- und das Bötz-Fliess durchziehen es im östlichen Theil und bilden an ihren Ufern Wiesen; ausserdem kommen im Walde, welcher auf Meilen hin die ganze Fläche bedeckt, vereinzelte Senken vor, die im Frühjahr und Winter etwas Wasser ansammeln, im Sommer aber austrocknen. Die einzige sumpfige Oertlichkeit ist die sogenannte Rohrlake, die sich von

Rummelsburg bis gegen Köpenick hinzieht und vielleicht ein alter Spreearm ist.

Die auf den Karten mit „Busch“ bezeichneten Oertlichkeiten (der Mahlsdorfer, Kaulsdorfer) sind festes Terrain, das jetzt zum grossen Theil unter Kultur ist und früher ganz, jetzt noch zum Theil mit Laubhölzern und Buschwerk bestanden ist.

Diese letzteren im Untergrund fraglichen Oertlichkeiten sind durch 4 Bohrlöcher untersucht; eines in der Senke am Nordufer des Müggel (No. XXIIIc), eins in der Wiese des Alt-Landsberger Fliesses (Xc), eins in der anscheinend schlechtesten Stelle des Mahlsdorfer Busches (XVIc) und eins in der Rohrlake (XXVc).

Dies letztere in der Mitte der sehr sumpfigen, moorigen Wiese angesetzte Bohrloch hat bis 26 Fuss tief Torf und torfigen Schlamm ergeben. Unter diesem lag feiner Sand in 2 Schichten von 6 und 8 Fuss Stärke, von denen die obere sehr unrein und schwarz gefärbt war, die folgende wahrscheinlich nur durch das Bohrwasser und den aufgerührten Schlamm gefärbt wurde. Unter diesen trat bei rot. 40 Fuss unter der Oberfläche des Moors reiner grober Sand auf, der bis 43 Fuss anhielt, und dem bis 50 Fuss, der Tiefe des Bohrloches, grauer Kiessand mit eingemengten kleinen Steinen folgte. Zwei am Rande der Rohrlake gestossene Löcher zeigten bei rot. 6—7 Fuss und bei 11 Fuss reine Sande.

Die übrigen 3 bezeichneten Bohrlöcher haben gezeigt, dass die Wiesen- resp. Muttererden-Bildung selbstständig und gesondert in nur 2 bis 5 Fuss Dicke aufliegt und direkt den Sand überlagert, in welche sie nur wenig eingedrungen ist. Es treten diese Sande scharf abgegrenzt darunter auf und dicht unter jenen schon fast rein. In der Schlanke (XXIIIc) und auf der Wiese am Fliess (Xc) waren die Verunreinigungen höchstens bis 10 Fuss tief eingedrungen, im Mahlsdorfer Busch (XVIc) kaum über 2 Fuss. In den tieferen Schichten ergaben diese Bohrlöcher ganz gleiche Resultate als die übrigen, von denen sie durchaus nichts abweichendes zeigten.

Die Ergebnisse der Bohrung, siehe Blatt VI und Anlage IV, sind nicht so günstig, als nach dem Tegel zu, jedoch durchaus als günstige für den vorliegenden Zweck zu bezeichnen. In fast allen Bohrlöchern fanden sich grobe und kiesige Sande, reichlich mit Steinen gemengt, denen oft Mittelsande von schon gröberem Korn und auch mit Steinen gemengt eingelagert sind. Abgesehen von den oberen feinen Decksanden fanden sich jedoch auch feine Sande in den unteren Schichten, so besonders in Xc, XIc und XIIIc, in letzterem bis 60 Fuss fast ausschliesslich. Auch die Mittelsande herrschen oft sehr vor, so namentlich in XVIIIc und XXc. Das bis 100 Fuss tief herunter gebrachte Bohrloch XXIVc weist nach, dass die genannten

Schichten ungestört bis mindestens zu dieser Tiefe, rot. 80 Fuss unter Berliner Null, hinabreichen. Eine gleichmässige, sich auch nur über grössere Flächen ausdehnende Schichtung ist, wie Blatt 6 zeigt, auch hier nicht zu finden. Die verschieden körnigen Sande und Kiese, mit Steinen gemengt, wechseln von Ort zu Ort, und selbst die tief liegenden feinen Sande scheinen immer nur als vereinzelte Massen aufzutreten.

Thon ist diesmal nur an einer Stelle, nördlich vom Müggel, gefunden, in den Bohrlöchern Ic, IIc, VIc von Süd nach Nord, und IVc, Ic, IIIc von West nach Ost (siehe Blatt 3 und 6 und die Bohrtabellen, Anlage IV), also in rot. 194 Fuss und rot. 180 Fuss Ausdehnung. Dieses Thonnest keilt nach Norden hin aus, wo es in Bohrloch XXIVc in 570 Fuss Abstand und 10 Fuss höher noch als dünne, 3 Zoll starke Schicht getroffen wurde. Nach Westen ist es in VIIc, 295 Fuss von IVc entfernt, und nach Osten in XXIIIc, 400 Fuss Entfernung von IIIc, nicht wiedergefunden worden. Es keilt also, wie auch seine rasch nach IIIc und IVc abnehmende Stärke andeutet, nach Ost und West steil aus. Auch im See in rot. 300 Fuss Entfernung ist es in No. 2 nicht mehr vorhanden. Seine grösste Mächtigkeit wird östlich vom IIIc mit 15 bis höchstens 20 Fuss zu suchen sein. Es liegt in seiner Oberfläche am tiefsten Punkt rot. 45 unter Terrain = rot. — 25 Fuss des Berliner Pegels und erreicht im auskeilenden nördlichen Ende in 570 Fuss Entfernung rot. — 15 Fuss unter Berliner Null, rot. 35 Fuss unter Terrain.

Bei den früheren Bohrungen wurde im Müggelsee, in Bohrloch 3, und jenseits des Sees in gleicher Richtung in Bohrloch VI und II, ebenfalls Thon angetroffen in rot. — 37 Fuss, — 20 Fuss und — 15 Fuss Tiefe, in Nr. VI von 21 Fuss Mächtigkeit.

In dem ganzen Terrain hat sich ein starkes Ansteigen des Grundwasserstandes vom Flusse landeinwärts ergeben. Die auf Blatt 6 eingetragenen Wasserstände der einzelnen Bohrlöcher weisen dies deutlich nach. Das Profil „vom Müggel nach Norden“ ergiebt ein allmäliges Ansteigen des Untergrundwassers bis gegen 16 Fuss bei 830 Ruthen Entfernung vom See. Ebenso weisen die mehr vom Fluss abgelegenen Bohrlöcher XXc, XXIc, XXIIc, XVc, XVIc, XIVc und XIc im Profil „zwischen Rummelsburg und Rahnsdorf“ dies entschieden gegen die dem Fluss näher liegenden XIXc, XVIIIc, XVIIc, XVc, Xc, IXc und VIIIc nach. Sogar die von den erstgenannten dem Fluss näher liegenden stehen tiefer als die weiter entfernten, so fallend von XXc zu XXIc und XXIIc. Selbst das dicht an dem Alt-Landsberger Fliess liegende Nr. Xc und das gleich liegende Nr. XVc zeigt noch den höheren Stand. Das Ansteigen beträgt im erstgenannten Profil bis 4 Fuss 7 Zoll zwischen XVIIIc

und XXIc bei rot. 300 Ruthen Abstand, und ist hier um so maassgebender, als die sumpfige Rohrlake die beiden Reihen der Bohrlöcher trennt. Von dem weiter landeinwärts liegenden XVIc bis zu den der inneren Linie angehörigen XVc und Xc beträgt die Differenz rot. 7 Fuss auf rot. 300 Ruthen rechtwinkliger Entfernung, und rot. 10 Fuss 9 Zoll gegen XVIIc am Fluss bei rot. 960 Ruthen schräger Entfernung; die Differenz des Grundwasserstandes in XVIc gegen den rot. 850 Ruthen entfernten Fluss ist gegen 13 Fuss zu schätzen. Aehnlich scheint, wenigstens im Hinterland ein Abfall von Ost nach West, dem Flusslauf entsprechend constatirt zu sein, nämlich zwischen XIIIc und XIVc und XVIc, welche eine Differenz von 4 Fuss und 4 Fuss 9 Zoll ergaben. Es scheint jedoch dieser Abfall entschieden gegen den ersteren zurückzustehen, da bei den dem Fluss zunächst liegenden Bohrlöchern ihre Entfernung von diesem mehr Einfluss ausübt als ihre Lage stromabwärts; die Löcher des Profils „Rummelsburg—Rahnsdorf“ zeigen dies deutlich.

Bei obigen Untersuchungen sind die beobachteten Wasserstände direkt verglichen; werden die bis in den October fallenden Flusswasserstände mit in Betracht gezogen, welche in dem, dem Fluss zunächst liegenden Terrain ein rascheres Abfallen des Grundwassers als in dem weiter ab liegenden bewirkten, so stellen sich die obigen Differenzen noch grösser als angegeben.

Der höhere Stand des Untergrundwassers gegen den See zeigt sich schon in den dem See nahe liegenden Standrohren und Brunnen der Versuchsstation (siehe Blatt 13 Stillstand) und beträgt bei dem rot. 300 Fuss entfernten Brunnen 8 bei dem höchsten Stand des Sees 20 zm. = $7\frac{5}{8}$“ und bei dem tiefsten Stand desselben 33 zm. = $12\frac{5}{8}$“; in dem rot. 400 Fuss abliegenden Standrohr V, 38 zm. = $14\frac{1}{2}$“ und 50 zm. = $19\frac{1}{8}$“. Der Unterschied der dem See näher liegenden Brunnen gegen die rot. 100 Fuss entfernteren beträgt rot. 7 und 9 — 10 zm. Diese vom Müggel nach Norden zu im Terrain aufsteigenden Wasserstände sind oben spezieller besprochen und auch graphisch dargestellt.

Die Analysen der auf diesem Terrain geschöpften 24 Wasserproben (siehe Anlage III und vergleiche die Tabellen in den Vorarbeiten 1868/69) haben sich nicht ganz so günstig ergeben, als auf der Tegler Seite, wenn auch im Allgemeinen noch als recht gut und brauchbar; sogar das Untergrundwasser unter der sumpfigen Rohrlake, XXVc B, zeigte sich rein und in Chlor, Ammoniak und Salpetersäure, sowie in Härte vortrefflich, nur sein Schwefelsäure-Gehalt steigt auf 25,1 Milliontheile, was jedoch erst die Hälfte desjenigen im Leitungswasser in Halle a. S. und $\frac{5}{13}$ des im Kopenhagener ist. (Siehe Vorarbeiten 1868/69 Seite 100). Auch das aus der Wiese am Alt-Landsberger Fliess Xc und an der Mahlsdorfer Tränke, XVIc,

sind ohne Tadel in ihren Bestandtheilen, nur die Härte des ersteren steigt etwas, auf 20°. Auch die meisten übrigen Proben sind durchaus gute, doch kommen unerklärliche Anomalien darin vor, die ganz von örtlichen Einflüssen ausgehen müssen. So steigt die Härte des Untergrundwassers bei XVIIc auf 23,6° bis 25,1°; XVIIIc auf 29,3°, XIXc auf 22,6°*) und bei dem Mischwasser der Rohrlake, XXVc, das freilich alle Sumpfbestandtheile enthielt, auf 34,8°, während das Untergrundwasser dort nur 12,4° zeigte. Im Chlor kommen 2mal rot. 25 Milliontheile vor, nämlich bei XVIIIc im Untergrundwasser und XVIIc im Mischwasser (Kopenhagen 27,1), während an letzterem Ort das Untergrundwasser nur 15,1 zeigte; 16 von den 24 Proben zeigen Chlor, theils bedeutend unter 12 Milliontheile, 6 rot. 14 bis 19, und nur zwei 25 Milliontheile. Auch der Ammoniak- und Salpetersäure-Gehalt ist meist sehr niedrig, doch kommen 2mal 10 Milliontheile Salpetersäure (XIXc und XVc) und einmal 2 Milliontheil Ammoniak in XVIIIc vor, während sonst beide kaum 1 dergleichen erreichen, meist sehr erheblich weniger, ja 0 betragen. Was aber besonders zur Vorsicht und richtiger Auswahl der Oertlichkeiten mahnt, ist, dass mehrfach die Untergrundwasser als schwach torfig oder theerig schmeckend, oder Spuren von Buttersäure und dergleichen enthaltend, bezeichnet sind, auch öfter ockerartige Flocken absetzten. In Bezug auf diese letzteren muss auf die Besprechung der Versuchsstation verwiesen werden; dem ersteren lege ich persönlich keine grosse Bedeutung bei; viel wichtiger ist mir der schon angeführte Umstand, dass die Proben von den Wiesen, ja das Untergrundwasser aus der Rohrlake sich als gut ergeben haben, eine Verunreinigung von diesen aus also nicht zu fürchten ist. Andere örtliche Einflüsse werden von keinem nachhaltigen Einfluss sein. Auch Herr Professor Dr. Müller beurtheilt die Analysen und das Terrain als durchaus günstig für den vorliegenden Zweck; einzelne ungünstige Stellen wären zu vermeiden.

Die Temperatur der Untergrundwasser ist vom Mai bis September von 9 bis 10½° Cels. gemessen worden, am 11. Februar 1873 im Untergrundwasser der Rohrlake 9° Cels., also im Allgemeinen 1° höher als das auf der Westseite der Stadt und fast mit der Temperatur des Wassers der Versuchsstation übereinstimmend, das jedoch nicht über 9½° Cels. erreichte.

---

*) Diese 3 Bohrlöcher liegen zwischen der Rohrlake und der Spree!

III.

Die auf dem Terrain um Berlin oberirdisch abfliessenden Wassermengen,

ihr Verhältniss zu den atmosphärischen Niederschlägen

und die

unterirdisch zum Abfluss kommende Wassermenge.

III.

Bei Besprechung der hydrographischen Verhältnisse Berlin's in den ersten Vorarbeiten ist schon der eigenthümliche Umstand hervorgehoben, dass eine direkte oberirdische Entwässerung derselben nur auf der Nordseite der Stadt stattfindet. Auf der Südseite finden sich erst in grösseren Entfernungen Fliesse, welche nach der unteren Havel, nach der Elster-Niederung und nach dem oberen Dahme-Lauf ihren Abfluss haben. Es kommt daher hier nur zunächst das Gebiet der Nordseite in Betracht, und, da es sich um die nähere Umgegend handelt, die Fläche zwischen dem Müggel- und Tegeler-See. Es finden sich hier 5 Fliesse, nämlich: von Ost nach West fortschreitend, das Tegeler-Fliess, die Panke, die Wuhle, das Alt-Landsberger-Fliess und das aus dem Bötz-See kommende Fliess. Das Gebiet, welches diese 5 Fliesse speist, ist auf der beiliegenden Karte, Blatt 5, mit Zuhülfenahme der Generalstabskarten, so genau als möglich abgegrenzt. Ganz genau seine Grenzen zu bestimmen, erlaubten die Karten nicht, indem namentlich in den grossen Waldflächen, sowie in der Nähe der Stadt die Merkmale dazu fehlen, auch die Entwässerungsgräben, welche meist den Wegen und Chausseen folgen, nicht speziell angegeben sind. Die Steigungsverhältnisse dieser letzteren sind daher mit in Betracht gezogen worden und die Grenzen eher knapp als reichlich bestimmt. Die entwässerte Fläche umfasst danach mindestens 16 Quadratmeilen, welche sich auf die einzelnen Fliesse wie folgt vertheilen:

das Tegeler-Fliess	2,3	Quadratmeilen,
die Panke	3,9	„
die Wuhle	1,9	„
das Alt-Landsberger-Fliess .	3,9	„
das Fliess aus dem Bötz-See	4,0	„
Zusammen	16	Quadratmeilen.

Die Wassermenge dieser Fliesse ist von October resp. November 1871 bis Ende November 1872 beobachtet worden. Monatlich einmal, auch mitunter zweimal wurde dieselbe gemessen, und die Zeit der Messungen so gewählt, dass die Einwirkung der Witterungsverhältnisse

möglichst zur Geltung kam. Da beobachtet war, dass stärkere Regen sich schon nach wenigen Tagen in der Wassermenge der Fliesse zeigten, wurde thunlichst bald nach solchen gemessen. Ausserdem wurden die Messungen so gelegt, dass sie die Perioden der Wasserführung möglichst darstellen, so dass diese aus ihnen gemittelt werden konnte.

Sehr erschwert wurden die Messungen dadurch, dass alle die genannten Fliesse, mit Ausnahme der Wuhle, von Mühlen mehrfach besetzt sind. Der Wasserabfluss ist daher von der Arbeitszeit und Stärke der Arbeit dieser Mühlen abhängig. Aber beide sind sehr ungleichmässig und wechselnd, waren nur annähernd festzustellen, und wurden von den Müllern stets sehr reichlich, auch absichtlich falsch, zu hoch, angegeben. Dennoch sind ihre Angaben den Umrechnungen der Messungen zu Grunde gelegt worden, wie auch angenommen worden ist, dass stets während des Nichtarbeitens der Mühlen das Wasser ganz und gar gestaut, und später ganz abgearbeitet ist. Auch die oft tagelangen Unterbrechungen der Arbeit sind nicht in Betracht gezogen, um eher zu reichlich und dem diesseitigen Zweck ungünstig zu rechnen, als einen zu kleinen oberirdischen Abfluss und damit ein von der Wahrheit zu Gunsten des Projektes abweichendes Resultat zu erhalten. Die Messungen wurden dadurch begünstigt, dass sehr starke Gewitterregen, die eine momentane grosse Anschwellung der Fliesse hervorrufen, kaum einmal, im Sommer 1872, vorkamen. Die Tabelle der täglichen Niederschläge und die Bemerkungen bei den Messungen zeigen dies (siehe Anlage I, besonders die Zusammenstellungen). Dagegen begünstigten die Witterungsverhältnisse in den Monaten November und December 1871 und Januar und Februar 1872 sehr den oberirdischen Abfluss, durch das damals wechselnde Frost- und Thauwetter, indem der Frost eine harte Oberfläche geschaffen hatte und erhielt, auf dem das bei periodisch eintretendem Thauwetter sich bildende reichliche Thauwasser leichten Abfluss fand, ohne in den Boden einzuziehen. Es trat hierdurch ein kurzes, starkes Anschwellen der Wassermenge der Fliesse ein, während vorher und bald nachher Wassermangel herrschte.

Die Niederschläge von November 1871 bis October 1872 sind sehr geringe gewesen. Schon November und December 1871 blieben erheblich hinter den durchschnittlichen Niederschlägen zurück, (siehe Anlage I) ersterer um fast die Hälfte. Noch mehr war dies im Februar 1872 der Fall. Auch im März, Juni und Juli fiel verhältnissmässig geringer Regen, und erst der October 1872, besonders in seinen 3 letzten Tagen, brachte stärkere Niederschläge, welche diesen Monat über das $1\frac{1}{2}$fache seines Durchschnittes hoben. Der November 1872 dagegen war ganz ungewöhnlich regenreich, es fiel fast die doppelte der durchschnittlichen Regenmenge, und schwellte die Fliesse ganz

aussergewöhnlich an. Der Zeitraum von Anfang November 1871 bis Ende October 1872 erschien daher als eine mehr einheitliche Jahres-Periode, als das Jahr 1872. Diese konnte um so mehr hier zu Grunde gelegt werden, als die Monate October, November, December 1871, trotz des angeführten sehr geringen Regenfalls in den beiden letzten Monaten, schon grössere Wassermengen in den Fliessen zeigten, als die früher gemessenen, (siehe Tabelle VIII bis XII in Anlage I). Das Verhältniss der Niederschläge zu den abfliessenden Wassermengen ist daher als ein für letztere günstiges zu betrachten.

Legt man den folgenden Betrachtungen diese Jahres-Periode zu Grunde und rechnet, dass die in Berlin beobachteten Niederschläge sich gleichmässig über das in Frage stehende Gebiet vertheilten, so ergiebt sich von Anfang November 1871 bis Ende October 1872 der Jahresniederschlag zu nur

16,27 Zoll paris. = 16,84 Zoll preuss.,

während die durchschnittliche Regenmenge im Jahre nach 20jährigem Durchschnitt

22,19 Zoll paris. = 22,97 Zoll preuss.

beträgt. Diese aussergewöhnlich geringe Regenmenge im Herbst 1871 und bis November 1872 stimmt mit den bereits oben angeführten niedrigen Wasserständen und geringen Wassermengen in Spree und Havel in dieser Zeit und den fast ganz ausbleibenden Frühjahrshochwassern überein. Sie ergiebt 25,64 Kubikfuss per Sekunde pro Quadratmeile, und für das bezeichnete Gebiet von 16 Quadratmeilen durchschnittlich pro Sekunde nur

410,24 Kubikfuss,

während nach dem 20jährigen Durchschnitt 34,96 Cbkfss. pro Quadratmeile, und 559,36 Cbkfss. auf jene 16 Quadratmeilen zu erwarten waren!

Dieser auf die Oberfläche gefallenen Wassermenge stellt sich die durch die genannten Fliesse oberirdisch abgeleitete Menge gegenüber.

In der Anlage I ist diese für jedes Fliess besonders ermittelt, unter Beachtung der bei den Messungen gemachten Beobachtungen und Erhebungen. Wie dort und oben dargelegt, dürfen diese Ermittelungen als reichliche angesehen werden.

Sie ergaben als Jahresdurchschnitt den oberirdischen Abfluss wie folgt:

des Tegeler-Fliess rot.	5,6	Cbkfss.	pro Sekunde,
der Panke rot.	5,9	„	„
der Wuhle rot.	3,2	„	„
des Alt-Landsberger-Fliess rot.	7,1	„	„
des Bötz-Fliess rot.	10,2	„	„
Zusammen rot.	32	Cbkfss.	pro Sekunde.

Diese sind mit den obigen 410 Cbkfss. des atmosphärischen Niederschlages zu vergleichen. Von letzterem ist jedoch vorher in Abzug zu bringen diejenige Menge, welche verdunstet und von den Pflanzen verbraucht wird. Leider existiren über diese durchaus keine irgend zuverlässigen Beobachtungen. Gewöhnlich wird sie, so in Pausch und Bogen, zu rot. $\frac{1}{3}$ des Niederschlages angenommen, obgleich zu dieser Annahme durchaus kein Anhalt vorliegt. Die den ähnlichen Betrachtungen bei den Arbeiten 1868/69 zu Grunde gelegten Beobachtungen von Möllendorf „die Regenverhältnisse Deutschlands, 1862“ wiesen nach, dass schon bei Lehmboden 52,7 bis 60,4 Prozent des gefallenen Niederschlages durch Drainröhren allein und zwar unterirdisch abgeleitet wurden! Bei dem hier vorherrschenden Sandboden muss diese Menge entschieden grösser sein. Da jedoch die Grösse dieses Verhältnisses sehr von den Lokalverhältnissen abhängt und Beobachtungen in hiesiger Gegend fehlen, so mag obige wahrscheinlich überreichliche Annahme von $\frac{1}{3}$ hier als die ungünstigste beibehalten werden. Es würden dann rot. 410,24—136,75 = 273,49 Cbkfss. pro Sekunde verbleiben, welche theils überirdisch zum Abfluss kommen, theils in dem Erdboden sich ansammeln und dem Untergrundwasser zufallen.

Für die hier in Betracht kommende Fläche und Periode sind also für 1872 durchschnittlich rot. 273—32 =

241 Cbkfss. pro Sekunde

als ein Minimum der durchschnittlichen Speisung des Untergrundwassers anzunehmen.

Von dieser minimalen Annahme würden die dereinst für Berlin bei über 2 Millionen Einwohner erforderlichen 78 Cbkfss. Jahresdurchschnitt allerdings fast den 3. Theil betragen!

Die Wichtigkeit der angestellten Messungen geht aus diesem Vergleich hervor.

Neben der Grösse der Speisung des Untergrundwasser-Bassins tritt nun aber noch die Frage auf, ob sich die im Boden ansammelnden Wassermengen gleichmässig darin vertheilen, oder besondere Wasserzüge darin anzunehmen sind.

Dieser Frage näher zu treten ist die folgende Tabelle zusammengestellt. —

Tabelle

über

die atmosphärischen Niederschläge

und die

Wassermengen der Fliesse der Nordseite

von November 1871 bis October 1872.

Durchschnittliche

der auf dem Gebiet der folgenden Fliesse gefallenen atmosphärischen

in Cubikfussen

	Atmosphärische Niederschläge in		auf								
				Tegeler = 2,3 □Meilen.			Panke = 3,9 □Meilen.			Wuhle
	pariser Linien.	rheinländischen Linien.	eine Quadrat-Meile in Cubikfuss pro Sekunde	Regen.	Abfluss.	Verhältniss.	Niederschläge.	Abfluss.	Verhältniss.	Niederschläge.
November	9,55	9,874	15,00	34,500	7	1:5	58,500	5	1: 11,7	28,500
December	14,13	14,635	22,32	51,336	8	1: 6,4	87,048	6	1: 14,5	42,408
Januar	19,83	20,524	31,20	71,760	7	1:10,2	121,680	6	1: 20,3	59,280
Februar	8,00	8,280	12,60	28,980	6	1: 4,83	49,140	8	1: 6,1	23,940
März	14,62	15,132	23,04	52,992	9	1: 5,8	89,856	17	1: 5,3	43,776
April	22,85	23,650	36,00	82,800	10	1: 8,3	140,400	14	1: 10	68,400
Mai	23,30	24,115	36,72	84,456	7	1:12	143,208	7	1: 20,5	69,768
Juni	18,25	18,889	28,80	66,240	3	1:22	112,320	3,5	1: 32,1	54,720
Juli	10,74	11,116	16,92	38,916	2,5	1:15,6	64,788	0,9	1: 72,2	32,148
August	10,48	10,844	16,56	38,088	2	1:19	64,584	0,6	1:108	31,464
September	16,25	16,819	25,56	58,788	1,5	1:39,2	99,864	0,3	1:332	48,564
October	27,25	28,204	42,96	98,808	4	1:24,7	167,544	2,5	1: 67	81,624
Summa	195,25	202,082	307,68	707,664	67	1:10,5	1199,952	70,8	1: 17	584,592
Jahresdurchschnitt	—	—	25,64	58,964	5,6	1:10,5	99,996	5,9	1: 17	48,716
durchschnittlich pro □Meile im Jahr	—	—	25,64	307,68	29,13	1:10,5	307,68	18,15	1: 17	307,68

Wassermengen

Niederschläge und oberirdisch abgeflossenen Wassermengen 1871/72

pro Sekunde.

= 1,9 □ Meilen.		Landsberger = 1,9 □ Meilen.			Bötz = 4 □ Meilen.			In Summa = 16 □ Meilen.		
Abfluss.	Verhältniss.	Niederschläge.	Abfluss.	Verhältniss.	Niederschläge.	Abfluss.	Verhältniss.	Niederschläge.	Abfluss.	Verhältniss.
3,0	1: 9,3	58,500	12	1: 4,9	60,00	8,9	1: 6,7	240,00	35,9	1: 6,7
3,9	1: 10,9	87,048	7	1:12,4	89,28	7,0	1:12,8	357,12	31,9	1:11,2
5,1	1: 11,6	121,680	9	1:13,5	124,80	11,8	1:10,6	499,20	38,9	1:12,8
6,5	1: 3,7	49,140	12	1: 4,1	50,40	18,9	1: 2,7	201,60	51,4	1: 3.9
7,2	1: 6	89,856	16	1: 5,6	92,16	18,6	1: 5	368,64	67,8	1: 5,4
5,5	1: 12,4	140,400	10	1:14	144,00	13,0	1:11	576,00	52,5	1:11
2,8	1: 24,91	143,208	6	1:23,9	146,88	9,0	1:16,3	587,52	31,8	1:18,5
1,6	1: 34,2	112,320	4	1:28	115,20	8,0	1:14,4	460,80	20,1	1:23
0,8	1: 40	64,988	2	1:32,5	67,68	8,0	1: 8,5	270,72	14,2	1:19,0
0,4	1: 78	64,584	1,75	1:36,9	66,24	7,5	1: 8,8	264,96	12,25	1:21,6
0,2	1:243	99,684	1,25	1:80	102,24	5,3	1,19,3	408,96	8,55	1:47,9
1,0	1: 81,6	167,544	4	1:41,9	171,84	6,0	1:28,6	687,36	17,50	1:39,3
38	1:15	1199,952	85	1:14	1230,72	122	1:10	4922,88	383,8	1:12,8
3,2	1:15	99,996	7,1	1:14	102,56	10,2	1:10	410,24	32	1:12,8
20	1:15	307,68	21,8	1:14	307,68	30,5	1:10	307,68	24	1:12,8

In vorstehender Tabelle sind die Regen- und Abflussmengen der einzelnen Monate in den Gebieten jener Flüsse, sowie die durchschnittlichen jährlichen und die durchschnittlichen pro Quadratmeile dargestellt. Dieselbe ergiebt, dass das Bötz-Fliess und das Tegeler-Fliess pro Quadratmeile (resp. im Jahresdurchschnitt) die grössten Mengen oberirdisch durchschnittlich abführen, nämlich pro Quadratmeile 30,5 und 29,13 Cbkfss. pro Sekunde; die kleinste Menge fällt auf die Panke: 18,15 Cbkfss., Wuhle und Landsberger-Fliess kommen dieser nahe mit 20 und 21,8 Cbkfss.; jene 2 ergeben ein Verhältniss zur Regenmenge wie rot. 1 : 10, die andern wie 1 : 14 bis 1 : 17. Dies ungleiche Verhalten wird vornehmlich durch die Sommermonate hervorgerufen, indem der Abfluss im Spätherbst bei der Panke und Wuhle fast aufhört; der stärkere Abfluss im Frühjahr, besonders bei wechselndem Frost- und Thauwetter, ist gleichmässiger. Starker Frost wirkt wie Hitze, nur rascher, hemmend auf den Abfluss ein, indem die durch letztere hervorgerufene starke Verdunstung erst allmälig ihren austrocknenden Einfluss geltend macht. Von Mai bis incl. October nimmt daher der Wasserabfluss sehr ab. Derselbe sinkt bei ihnen für den September auf $\frac{1}{332}$ im Gebiet der Panke; $\frac{1}{243}$ in dem der Wuhle; $\frac{1}{80}$ in dem des Alt-Landsberger-Fliesses; gegen $\frac{1}{39}$ für das Tegeler-Fliess und $\frac{1}{28,6}$ für das Bötz-Fliess im October, dem Monat des kleinsten Verhältnisses für letzteres.

Deuten diese Verhältnisse im Jahresdurchschnitt sowohl als im Sommer darauf hin, dass im mittleren Theil ein starker unterirdischer Abzug statthat, welcher den oberirdischen verkleinert, oder darauf, dass auf der Nordseite Berlin's der unterirdische Abfluss sich mehr nach Osten und Westen zieht und dadurch den Wasserreichthum jener Fliesse erhöht? oder erhalten jene Seiten-Fliesse noch von andern Gebieten Zufluss? Die Bodengestaltung scheint für die beiden letzteren Annahmen zu sprechen, und besonders die Panke und Wuhle als nur aus der Oberfläche gespeist zu ergeben.

Während unmittelbar im Norden der Stadt der Abfall des Plateaus nach dem Spreethal ziemlich schroff auftritt, und die Höhen nicht nur an der Oberfläche, sondern wenigstens theilweise bis in grösseren Tiefen ja bis weit unter den Wasserspiegel der Spree aus mehr oder weniger sandigem Thon und Lehm bestehen, die auf dem Viehhof 150 Fuss tief, in der neuen Schwartzkopf'schen Fabrik am Abhang des Plateaus über 110 Fuss tief und auf der neuen Gasanstalt bis über 50 Fuss tief nachgewiesen sind, sind die Abdachungen im Ost und West flacher unter Bildung breiterer Vorländer, und es tritt dort sandiger Untergrund durchgehender auf. Der unterirdische Abfluss scheint demnach im Norden der Stadt gesperrt. Die Untergrundwasser mögen sich dort aufstauen und verursachen dadurch vielleicht die

einzigen beiden hier beobachteten Quellenbildungen, die des Luisenbrunnens und in einem Brunnen der Ackerstrasse. Hierzu kommt, dass das Bötz-Fliess aus dem höchsten Theil des Nordplateaus, das dort bis über 300 Fuss über Berliner Null Plateauhöhe ansteigt, herabkommt und seinen Ursprung einer Seenreihe verdankt, welche dort tief eingeschnitten liegt, dem Gamengrund. Dieses Quellengebiet ist zudem waldreich und Sandboden. Das Tegeler-Fliess sammelt sich aus zahlreichen Armen in der ausgedehnten Waldregion, welche wahrscheinlich auch dem Liepnitz- und Hellsee seinen so reichlichen Abfluss liefert, auch treten nach dieser Seite tertiäre Thonlager bei Hermsdorf und Birkenwerder nahe an die Oberfläche und bedingen so einen leichteren Wasserabzug. Ausserdem ist das Quellengebiet dieser Fliesse Sandboden, während besonders das der Wuhle mehr Lehmboden ist. Sehr wahrscheinlich hat aber auch die Verdunstung erheblichen Einfluss auf obige Erscheinung, welcher die Gebiete der drei mittleren Fliesse mehr Einwirkung gestatten mögen, da sie von Wald entblösst sind und fast ganz aus Ackerland bestehen, welches zwischen ihren Zuflüssen sehr häufig kleinere Plateaus bildet. Die rasche Verdunstung wird hierdurch in den Sommermonaten sehr begünstigt.

Neben dieser Einwirkung der Thon- und Lehmablagerungen im Norden Berlin's können aber, und dies ist wahrscheinlich, die anstossenden Gebiete unterirdisch nach dem in Frage stehenden entwässern. Hierdurch und indem, wie angedeutet, ein Theil des auf dem Terrain der mittleren 3 Fliesse fallenden Regens unterirdisch nach den Seiten zieht, mag der oberirdische Abfluss der Seitenfliesse und wahrscheinlich noch erheblich mehr der unterirdische verstärkt werden. Schon in den ersten Vorarbeiten ist bei Besprechung des Bötzsees, des Hellsees und ihrer Abflüsse hierauf hingedeutet worden. Namentlich der Hellsee leitet eine im Verhältniss zu seinem Abdachungsgebiet ausserordentlich grosse Wassermenge ab, und bei dem Bötz stellte es sich als wahrscheinlich dar, dass er auch aus dem Gebiet des Strausssees unterirdisch gespeist werde. Ebenso hat im Westen ein Zuschuss von der Seite der Briese her nichts unwahrscheinliches; die 1868/69 nachgewiesene starke Zunahme der Wassermenge der Briese ohne äussere Zuflüsse deutet wohl entschieden auf eine reiche Wasseransammlung im Untergrunde. Jedenfalls darf aus den bezeichneten Erscheinungen geschlossen werden, dass die unterirdischen Wasserabzüge sich ungleich über die Flächen vertheilen und wahrscheinlich nicht den oberirdischen Abdachungsgebieten folgen, dass vielmehr die unterirdischen mehr oder weniger von jenen unabhängig sind, von ausgedehnteren Landstrichen beeinflusst werden und in Zusammenhang und Einwirkung auf einander stehen. Ist dies aber anzunehmen, so bilden diese Untergrundwasser ein grosses zusammenhängendes Bassin, welches weit über die Fläche,

welche jene 5 Fliesse bezeichnen, hinausgeht, und dessen Grenze eigentlich von den in weiter Entfernung aufsteigenden tertiären Schichten gebildet wird. Das oben aufgestellte Verhältniss der für Berlin nöthigen Wassermenge und der Speisung dieses Bassins wird hierdurch ein viel günstigeres.

Andererseits darf jedoch nicht unmittelbar geschlossen werden, dass die unterirdischen Wasserzüge auch da am stärksten sind, wo die oberirdischen so auftreten. Letzteres ist jedoch wahrscheinlich, und die bei den ersten Vorarbeiten gemachten Beobachtungen über die rasche Wasserzunahme der Fliesse in dem Maasse, als sie sich in das Terrain einschneiden, darf nicht übersehen werden.

Eingehende geognostische Untersuchungen sind in dieser Beziehung jedenfalls erforderlich, ehe ein endgültiges Urtheil gefällt werden kann. Diese geognostischen Untersuchungen würden sich auf die Südseite Berlin's, sowie auf das Nordplateau selbst mit zu erstrecken haben. Auf die Südseite, weil dort, wie schon angeführt, keine Fliesse in der Nähe der Stadt auftreten, welche benutzt werden könnten, um über den unterirdischen Abfluss in dem dortigen Terrain eine Meinung zu gewinnen. Das Nordplateau aber drängt sich in eigenthümlicher abnormer Weise mit seinem Lehm- und Thonwasser bis tief in die Sandschichten der Umgegend hinein.

IV.

Die Versuchsstation am Müggelsee.

Siehe Blatt 1—3—6—9 und 10—14, sowie die betreffenden Tabellen in Anlage IV.

IV.

Die Verstrebsstation am Mittelsee.

Wie oben bereits dargelegt, hatte die Anlage einer Versuchsstation den doppelten Zweck, einmal über die Grösse der Wassermenge, welche dem Untergrund mit Sicherheit dauernd zu entnehmen ist, einen Anhalt resp. ein Urtheil zu gewinnen; sodann aber sollte der Einfluss der Seen auf eine solche in mässiger Entfernung von ihrem Uferrande statthabende Wasserentnahme festgestellt werden, d. h. der Rücktritt des Seewassers durch die tieferen Terrainschichten zur ganzen oder theilweisen Speisung der Schichten, aus denen die Entnahme stattfindet. Die in beiden Richtungen so günstig ausgefallenen Versuche am Tegeler-See mahnten zur Vorsicht. Es war eine Oertlichkeit zu wählen, welche eher als eine ungünstige, als umgekehrt zu bezeichnen war. Sodann war festzustellen, ob die im Müggel nachgewiesenen Infusorien-Ablagerungen einen Einfluss auf das Wasser ausüben.

Als Ort der Versuchsstation war im Allgemeinen das Nordufer des Müggel bestimmt worden, weil auf dieser Seite der Stadt die grösste Wassermenge, dem grösseren Wasserreichthum der Spree gegenüber der Havel entsprechend, im generellen Projekt als zu gewinnen angenommen worden war. Da von der Friedrichshagener Feldmark ostwärts das ganze Nordufer des Sees von dem Königlichen Forst bedeckt ist, so hatte die Forstverwaltung ein entscheidendes Wort bei der Wahl des Ortes mitzusprechen. Dieselbe wünschte nicht, dass die Anlage östlich vom k-Gestell (siehe Blatt 3) statthabe, da von diesem ab bis gegen die Unterförsterei hin dichte junge Schonung ansteht. Auf die Friedrichshagener Feldmark zu gehen erschien deshalb nicht wünschenswerth, weil nach dem genannten Ort zu der Untergrund als quellig und wasserreich bekannt ist, das Terrain also als ein günstiges erschien. Andererseits war, wie schon oben bei Anführung der Untersuchungen des Seebodens 1870/71 ausgesprochen worden ist, festzustellen, ob die im westlichen Theil des Sees nachgewiesenen Ablagerungen von Kieselguhr einen Einfluss auf das Untergrundwasser ausüben. Alle diese Rücksichten führten zur Wahl des auf Blatt 3 bezeichneten Ortes, etwas östlich vom l-Gestell. Der

Wald ist hier lichter, so dass nur eine geringe Anzahl von Bäumen gefällt zu werden brauchte; die Anfuhr der Kohlen war mit nicht allzugrossen Schwierigkeiten verknüpft, und die Stelle liegt noch im Bereich jener Kieselguhr-Ablagerung. Die Bohrung, welche hier zunächst vorgenommen wurde, Bohrloch Ic, ergab im Untergrund fast nur mittlere aber scharfe Sande, mit wenig kleinen Steinen gemengt und tiefer gröber werdend. Aehnliche Resultate ergaben die Bohrungen IIc bis VIc und selbst das rot. 370 Fuss von Ic westlich entfernte VIIc und das rot. 200 Fuss nördlicher gelegene Vc zeigten ähnliche Schichtungen; weiter entfernt traten im Untergrund grobe und mit Kies vermischte Sande auf, wie dies die Bohrlöcher, siehe Blatt 3 und 6, zeigen. Die gewählte Oertlichkeit ist nach vorstehendem in ihren Schichten keineswegs als eine der Wasserentnahme günstige zu bezeichnen, höchstens als eine mittelmässige. Es hat sich dies bei der Absenkung der Brunnen bestätigt, und stehen die einzelnen Brunnen zwar in ungleichem, aber nur einzelne in mässig grobem Sande. Ebenso liegt gerade an dieser Stelle das schon oben angeführte Thonlager, welches den Wasserzudrang von unten her abschliesst, also entschieden ungünstig einwirkt! Dasselbe fand sich an der in Aussicht genommenen Stelle rot. 44—45 Fuss unter Terrain bei etwas über $11\frac{1}{6}$ Fuss Terrainhöhe über dem Januarwasserstand des Sees. Da Brunnen mit 25 Fuss Wasserstand in Aussicht genommen waren, mussten dieselben mit der unteren Kante ihres Bodenkranzes noch 7—8 Fuss von jenem Thonlager abbleiben, so dass auch für ihre Bodenöffnung noch ein hinreichender Seitenzufluss verblieb. Da zudem die Oberfläche dieses Thonlagers auf rot. — 25 Fuss Berliner Null liegt und nach dem See zu abfällt, also sich unter den tiefsten Punkten desselben mindestens 6—7 Fuss befindet, so war ein Grund, dieses Thonlagers wegen die gewählte Oertlichkeit aufzugeben, nicht vorhanden; aber es ist durch dasselbe die Ungunst der Oertlichkeit für den vorliegenden Zweck entschieden noch erhöht worden.

Auf dem bezeichneten Terrain wurde nun die Versuchsanlage, wie sie auf Blatt 9 dargestellt, ausgeführt. Es sind 8 Brunnen angelegt worden, nämlich 6 in einer Reihe, gegen 200 Fuss vom Hochwasserrande des Sees entfernt und diesem annähernd parallel; und 2 Brunnen 90 und 106 Fuss weiter vom See ab in der Mitte jener Linie. Die Brunnen wurden $33\frac{1}{4}$ bis $38\frac{1}{3}$ Fuss tief gesenkt, je nach dem vorgefundenen Sande. Sie wurden alle in Cementmauerwerk ausgeführt, und zwar in ihrem oberen Theil bei $6\frac{1}{3}$ Fuss lichtem Durchmesser als volles Mauerwerk, während der untere Theil von $5\frac{3}{4}$ Fuss lichtem und 8 Fuss 7 Zoll äusserem Durchmesser durch 2 Wände aus Hohlsteinen mit einer Füllung dazwischen von feinem Kies gebildet

wurde.*) Durch diese Konstruktion wurde der untere Theil wassereinlassend, während der obere Theil ganz undurchlässig blieb. Die Höhe des durchlassenden Theiles hatte bei 4 Brunnen 2 Fuss, bei den 4 anderen 5 Fuss Höhe. Bei diesen letzteren mussten der nöthigen Festigkeit wegen von Fuss zu Fuss 3 Schichten Vollmauerwerk ankerartig eingebunden werden, wodurch jene 5 Fuss Hohlmauerwerk sich über eine Höhe von 9 Fuss vertheilten. Die Sohle der Brunnen wurde durch Kiesschüttungen gedeckt. Die einlassenden Flächen betrugen demnach: von der Schräbe des Brunnenkranzes abgesehen und die ganze äussere Fläche des Hohlmauerwerks gerechnet

bei den Brunnen mit 2füssigen Hohlmauern 80 Quadratfuss,
bei denen mit 5füssigem Hohlmauerwerk 161 Quadratfuss,

wovon je 26 Quadratfuss auf die Bodenfläche fallen.

Die zum Betriebe der Station aufgestellte Dampfmaschine, setzte 2 Pumpen in Bewegung, deren jede einen Saugewindkessel hatte, von dem die Saugrohre nach je 4 Brunnen abzweigten. Kurz vor jedem Brunnen war in jedem Saugrohre ein Siemens'scher Wassermesser eingeschaltet. Jeder Brunnen war zum Abstellen eingerichtet, so dass nach Belieben aus weniger oder mehr Brunnen Wasser entnommen werden konnte, auch gestattete die Maschine das Wasserquantum zu wechseln. Die Brunnen mit 5 und 2 Fuss hohem Hohlmauerwerk wechselten mit einander ab, wie es die Zeichnung Blatt 9 zeigt.

Vier Standrohre (siehe die Zeichnung) waren um die Brunnen vertheilt, um die Einwirkung der Wasserentnahme im Terrain zu beobachten. Während des Betriebes der Station gaben die Bohrlöcher XXIIIc und XXIVc Gelegenheit, diese Einwirkung auch auf grössere Entfernungen zu verfolgen. Bohrloch I, rot. 2000 Fuss von der Station entfernt, gab Gelegenheit zur fortlaufenden Beobachtung des Untergrundwassers im Hinterland. Diese Beobachtungen, sowie die der Wasserstände im See, sind alle auf eine Null-Linie bezogen, welche rot. 3^m unter dem Terrain an den Brunnen gelegt ist; auf diese beziehen sich alle folgenden Angaben.

Zur Beurtheilung der Qualität des Wassers sind mehrfach Proben geschöpft und analysirt worden.

Die Pumpstation ist vom 13. Juli bis 31. December in regelmässigem Betrieb gewesen, nachdem die Aufstellung der Maschine und deren Ingangsetzung mehrfache ungeahnte Verzögerungen erlitten hatte. Der Betrieb ist Tag und Nacht fortgesetzt worden, und theils aus allen Brunnen, theils aus einigen derselben Wasser entnommen, auch das Wasserquantum ist gewechselt worden. Der wechselnde Stand der Brunnen und des Wassers in den Standrohren ist täglich mehrmals

*) Die Oeffnungen der Hohlsteine waren mit Brunnenmoos ausgefüllt.

beobachtet (siehe Anlage IV) und auf Blatt 10 bis 14 graphisch dargestellt; Blatt 10 bis 12 giebt diese wechselnden Wasserstände fortlaufend nach der Zeit, Blatt 13 im Längsschnitt durch die Brunnen, nach Perioden geordnet, und Blatt 14 im Schnitt vom See nach Norden aufsteigend ebenso. In den letzteren sind die normalsten Tage, welche die einzelnen Perioden am besten charakterisiren, aufgetragen.

Im Ganzen sind 20 Perioden zu unterscheiden; und sieht man von der ersten ab, in welcher noch mancherlei an der Maschine zu ändern war und deshalb nur mit Unterbrechungen gearbeitet wurde, so bleiben 19 Perioden des regelmässigen ununterbrochenen Betriebes, von welchen

5 Perioden aus allen 8 Brunnen Wasser entnahmen;
8 Perioden aus nur 6 Brunnen, bei je zwei abgestellten;
4 Perioden aus 4 Brunnen, bei je vier abgestellten;
2 Perioden aus nur 2 Brunnen, bei sechs abgestellten.

Die Beobachtungen und Resultate lassen sich nach 3 Richtungen scheiden, betreffend:

1. die entnommenen Wassermengen und deren Einfluss auf den Wasserstand der Brunnen, sowie umgekehrt der Einfluss der Brunnen auf erstere;
2. die Einwirkung auf das Terrain;
3. die Güte des Wassers und die Einwirkung des Sees.

Ehe diese 3 Richtungen besprochen werden, sind einige allgemeine Bemerkungen vorauszuschicken.

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass, wie schon oben bei Besprechung der Fliesse und der Wassermengen der Spree nachgewiesen ist, das Jahr 1872 in den Sommermonaten von Juni ab ein heisses und trockenes war, das anhaltend niedrigste Wasserstände und geringe Wassermengen gebracht hat, ja hierin 1868 sehr nahe steht. Die sämmtlichen Beobachtungen und Resultate der Versuchsstation gelten also nicht nur, wie schon oben auseinandergesetzt, für eine verhältnissmässig ungünstige Localität, sondern auch für ein aussergewöhnlich trockenes Jahr, wie nur selten ähnliche oder noch wasserärmere auftreten. Schon im Anfang August war die Wuhle theilweise wasserleer, und alle Fliesse der Gegend sehr wasserarm, auch der Müggelsee ist vom 27. April ab bis 13. October in einem fortgesetzten Fallen geblieben, und in dieser Zeit 1,18^{m} = rot. 3′ 9″ gefallen. Vom 27. April bis zum 13. Juli, dem Beginn des regelmässigen Betriebes, betrug sein Fallen 0,83^{m} = 31¾″. Dementsprechend war der Wasserstand in den Standrohren II—III—IV (siehe die Tabellen Anlage IV) vom 10. bis 13. Juli 23—23—22^{zm} = rot. 8½″ heruntergegangen, auch in den Brunnen 1—3—6 vom 29. Juni bis 13. Juli 17—18—19^{zm} = rot. 7 Zoll; selbst in dem 2000 Fuss landeinwärts gelegenen Standrohr I war der Wasserspiegel vom 5. bis

13. Juli um $3^{zm} = 1\frac{1}{8}$ Zoll gesunken. Obgleich hiernach das Untergrundwasser, als seit Monaten in raschem Sinken begriffen, daher das Terrain nicht mehr mit dem Winterwasser überfüllt nachgewiesen war, so wurde doch in den ersten Perioden, und zwar über zwei Wochen lang, eine starke Wasserentnahme angeordnet, um das Erdreich der nächsten Umgebung noch mehr zu erschöpfen und einen normalen Zustand herbeizuführen. Es ist dies auch erreicht worden, denn die späteren Perioden haben bei gleicher Wasserentnahme und gleichen Brunnen keine tieferen Wasserstände ergeben als die früheren, wenn man das Fallen des Untergrundwassers im Allgemeinen (Standrohr I) und das des Sees berücksichtigt; die Perioden 2—8—17 und 3 und 9 zeigen dies am besten (siehe Blatt 10 bis 12). Schon während der zweiten Periode ist ein erhebliches Sinken nicht mehr beobachtet worden.

Andererseits sind die Versuche so lange fortgesetzt worden, bis bei ununterbrochener Wasserentnahme ein Wiederansteigen des Wassers im Terrain constatirt war. Der See stieg vom 13. October ab bis 19. December um $0{,}61^{m} = 23\frac{1}{4}''$; dann fiel er wieder ab bis zum 27. December, dem Schluss der Station, um $0{,}13^{m}$; das ganz landeinwärts gelegene Standrohr I erreichte dagegen seinen tiefsten Stand vom 13. October bis 19. November mit 0,18, war also seit dem 5. Juli gefallen um $0{,}32^{m} = 12\frac{1}{4}''$; dann stieg es continuirlich, erreichte am 27. December, dem Schluss der Station, + 0,41 und am 2. Januar + 0,47, war also 0,23 resp. $0{,}29^{m}$ rot. 9 und 11" gestiegen. Es ist hierbei zu bemerken, dass Standrohr I während des ganzen Verlaufs der Versuche durchaus keine Beeinflussung durch dieselben zeigte.

Die Versuche sind hiernach als unter sehr ungünstigen Umständen und in vollständig ausreichender Dauer ausgeführt zu bezeichnen.

Jede Periode umfasste ungefähr eine Woche, und wurde ohne Unterbrechung des Betriebes in die folgende übergeführt. Mehrfach sind zwischen denselben Unterbrechungen von einigen Tagen angeordnet worden, um das Steigen des Wassers in den Brunnen und im Terrain zu beobachten.

Die festgesetzte normale Wasserentnahme sollte aus 6 Brunnen statthaben, so dass je 2 von den 8 vorhandenen wechselnd abgesperrt werden konnten. Diese Wassermenge war den Tegeler Versuchen entsprechend zu rot. 10 Cbkfss. pro Minute aus jedem Brunnen = 309,16 Liter pro Minute = 5,152 Liter pro Sekunde angenommen, also aus

$$\text{je 6 Brunnen} = \frac{309{,}16 \,.\, 6}{60} = 30{,}916 \text{ Liter pro Sekunde, oder}$$

rot. 31 Liter. In den Perioden, welche aus allen 8 Brunnen Wasser entnehmen, ist die Menge von 14 bis über 34 Liter gewechselt worden, in den übrigen liess sie sich am besten um 26 Liter halten, nur bei der Entnahme aus nur 2 Brunnen musste auf rot. 15 Liter herunter-

gegangen werden, weil die Saugrohre der einzelnen Brunnen sich für grössere Wassermengen als 7½ Liter pro Sekunde und Brunnen zu enge zeigten.

Die Wassermesser sind vor und nach dem Betriebe geprüft worden und haben nach demselben einen durchschnittlichen Fehler von 3% zu wenig ergeben, der also den letzten Perioden ganz, den anderen vielleicht abgestuft zuzurechnen wäre. Es ist dies jedoch, der Unsicherheit dieser Abstufung wegen nicht geschehen, doch bei der Beurtheilung der Resultate nicht zu übersehen. Bemerkt muss noch werden, dass bei der Untersuchung der Wassermesser nach ihrem Dienst, Tannennadeln und Moosstheile sich in allen fanden, welche aus der Moosausfüllung der inneren Hohlsteine stammen mussten.

Die Wasserstände der Brunnen haben in den einzelnen Perioden geschwankt und ist dies nicht auf einen ungleich raschen Gang der Pumpen zurückzuführen gewesen; eher ist durch den Hubzähler der Maschine ein langsamerer Gang in den Stunden des tieferen Sinkens und umgekehrt constatirt. Es bleibt diese Erscheinung unerklärt.

Von diesen speziellen Schwankungen abgesehen, hat sich der Wasserstand in den einzelnen Brunnen ziemlich rasch auf einen der Wasserentnahme entsprechenden Stand gesenkt, doch vergehen meist 1½ bis 2 Tage ehe derselbe als normal angesehen werden kann; nach dem mehr als fünftägigen Stillstand zwischen Periode 7 und 8 schliesst sich dem raschen Abfall des Wassers sogar ein durch 5 Tage anhaltendes ferneres Sinken an; ähnlich, wenn auch nicht so stark, zeigt sich dies erst allmälige Normalstellen nach Periode 15 und 16 vor Periode 17, nachdem in jenen beiden die verhältnissmässig geringe Entnahme von nur 14 Liter aus 2 Brunnen stattgefunden hatte und nun in letzterer die starke Entnahme von 34 Liter aus allen 8 Brunnen eintrat. Entsprechend diesem erst allmäligen Eintreten des normalen Standes bei der Arbeit ist bei Anhalten der Maschine zwar ein rasches Aufsteigen des Wassers in den Brunnen und Standröhren stets eingetreten, allein nicht sogleich bis auf den normalen Stand; dieser wird bei längerem Aussetzen der Entnahme (Periode 7a) erst in 4 bis 5 Tagen, vielleicht erst in noch längerer Zeit erreicht; ein kurzes Anhalten des Betriebes, in Periode 2—3—4—13 und selbst bei einigen Tagen in Periode 3—10—14, reicht offenbar nicht hin, den normalen Stand herzustellen. Dies bis auf eine ziemliche Höhe rasche Ansteigen, dann aber langsam Sichweiterfüllen des erschöpften Terrains um die Brunnen deutet entschieden darauf hin, dass durch die Wasserentnahme ein grosses Terrain in Mitleidenschaft gezogen ist, welches bei dem ursprünglichen starken Zufluss sich zwar in seinen unteren Schichten rasch wieder füllt, wenn diese Füllung aber einen gewissen höchsten Stand erreicht und damit die Druckdifferenz sehr vermindert ist, wird

der Zufluss und damit das Weitersteigen sehr gering. Hieraus schon dürfte zu schliessen sein, dass in dem Terrain am Müggel wenigstens in mässigem Abstand über Thonlager (siehe oben) nur eine grössere Senkung des Wasserspiegels genügenden Zufluss liefern, also bei einer lohnenden Wasserentnahme anzustreben sein wird. Dies bestätigen die Messungen. Bei der Tegeler-Station war die grösste Senkung des Wasserspiegels in dem einen dortigen Brunnen nur gegen zwei Fuss, während am Müggel bei der, der Zahl und Grösse der Brunnen entsprechenden Wasserentnahme die durchschnittliche Senkung rot. $6\frac{1}{3}$ Fuss zu rechnen ist.

Es ist ferner anzuführen, dass die Ventile, vermittels derer die einzelnen Brunnen abgestellt wurden, nicht vollständig dicht schlossen, so dass immer eine geringe Wassermenge auch den abgestellten Brunnen entnommen wurde. Allein diese war so unbedeutend, nur 0,12 bis 0,40 Liter pro Secunde, dass sie unbeachtet gelassen werden konnte.

1. Die Wasserentnahme.

Die Einwirkung der Wasserentnahme auf das Senken des Wasserspiegels, oder der Einfluss der Druckdifferenzen auf den Zufluss tritt am klarsten in den Perioden hervor, in welchen aus allen 8 Brunnen Wasser in verschiedener Menge entnommen wurde, und diesen gegenüber in den beiden, in welchen nur aus 2 Brunnen dies statt hatte. Es sind dies nach Ausschluss der ersten (siehe oben), die Perioden 2, 8, 17, 19, 20 und 15 und 16. In diesen sind entnommen:

Perioden:	2.	8.	17.	19.	20.	15.	16.
Liter Gesammtentnahme in der Sekunde.	33,26.	26,73.	34,13.	17,20.	14,00 und 14,04.		14,61.

Es vergleichen sich also bei fast gleicher Wasserentnahme 2 gegen 17, im Verhältniss der Wasserentnahme diese gegen 8, 19, 20; und in Bezug auf die Zahl der Brunnen bei gleicher Wasserentnahme 20 gegen 15 und 16. Letztere beide unterscheiden sich dadurch, dass in 15 das Wasser aus den beiden mittleren Brunnen 3 und 4 der vorderen, dem See 80—100 Fuss näheren Reihe entnommen wurde, in 16 aus den beiden am meisten vom See entfernten Brunnen 7 und 8 allein.

Die Wasserstände, welche den normalen Stand der Brunnen am meisten darstellen, sind aus der allgemeinen graphischen Auftragung (Blatt 10 bis 12) ausgewählt, und auf Blatt 13 besonders verzeichnet.

Sie stellen einen vom See ab nach Norden gehenden Schnitt dar, der durch die beiden Brunnen 3 und 4 der vorderen Reihe, durch die weiter zurück liegenden 7 und 8, und durch die in dieser Richtung liegenden Standrohre II—V und I geht. Blatt 14 zeigt entsprechend die Schnitte durch die dem See zunächst liegende Brunnenreihe und durch die Standrohre III und IV. Ein Vergleich der Wasserstände in den Brunnen ergiebt

1) dass die Brunnen 7 und 8, die rot. 80—100 Fuss weiter vom See abliegen, sich den übrigen entsprechend halten, nicht tiefer sinken als diese; bei gleichen Wasserentnahmen stehen sie durchgehends etwas höher als die Brunnen 3 und 4 der Seelinie; sie bleiben hier in ihrem höheren natürlichen Stande (siehe Seite 48) getreu. Hieraus folgt: dass sie in keiner Weise von den zwischen ihnen und dem See liegenden 6 anderen Brunnen beeinträchtigt werden, dass sie daher wahrscheinlich mehr vom Inlande, als vom See gespeist werden. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass diese Differenz bei den grösseren Wasserentnahmen sich noch etwas vergrössert!
2) Die Einwirkung der grösseren einlassenden Fläche der Brunnen (2 Fuss Hohlmauerwerk und 5 Fuss [siehe oben Seite 49]) auf den Wasserstand in den Brunnen bei fast gleicher Wasserentnahme tritt deutlich hervor, und zwar stärker bei denen der Seelinie, deren Brunnen in feinerem Mittelsand stehen, als bei den zurückliegenden, welche in besserem, gröberen Sande stehen. Nr. 3 und 4 erscheinen als die normalsten der Seelinie, und sollen vorläufig allein in Betracht gezogen werden. Der bezeichnete Unterschied markirt sich um so mehr, je mehr die Wasserentnahme zunimmt. Letzteres tritt am Auffallendsten hervor bei der stärksten Wasserentnahme pro Brunnen, Periode 15 und 16. In Brunnen 3 und 4 differirt hier der Wasserstand in Periode 15 um 0,52; in Brunnen 7 und 8 bei Periode 16 nur 0,22, bei rot. 7 Liter Entnahme pro Brunnen, während bei den stärksten Wasserentnahmen in Summa, die pro Brunnen mit rot. 4,5 Liter in Periode 17 stattfand, diese Differenz nur bis 0,27 bei Brunnen 2 und 3 und 0,14 bei Brunnen 7 und 8 beträgt, also nur wenig über die Hälfte des vorigen.
3) Bei Beurtheilung der Differenz der Wasserstände in den verschiedenen Perioden sind die Veränderungen, welche durch das fallende oder steigende Grundwasser herbeigeführt werden, zu berücksichtigen. Diese konnten aber bei dem unausge-

setzten Betrieb und den dadurch künstlich geschaffenen Wasserständen, selbstredend nicht bestimmt werden. Wenn man aber von den Tabellen der Versuchsstation, Anlage IV, die erste Zusammenstellung, die der natürlichen Wasserstände vergleicht, so zeigt sich, dass die Brunnen und Standrohre in ihrer nätürlichen Bewegung dem See folgen, und mit diesem fallen und steigen, ja fast um gleiches Maass. Ganz genau ist dies nicht; das Steigen und Fallen wird bei ihnen stets etwas später eintreten und etwas länger anhalten; allein diese Unterschiede sind geringe, rot. 2 zm. betragend, so dass man den Stand des Wassers in den Brunnen wohl ohne dem Urtheil Eintrag zu thun, gegen den See bemessen kann. Geschieht dies, und nimmt man bei der Entnahme aus allen 8 Brunnen zur Beurtheilung die Brunnen 7 und 8 als die am wenigsten im Wasserstand gegen den See differirenden, so ergeben sich die folgenden Senkungen unter den Seespiegel:

Bei 14	Liter	Entnahme aus allen 8 Brunnen	0,53 0,56	Mittel	0,545.
„ 17,2	„	„ „ „ „ „	0,71 0,73	„	0,72.
„ 26,73	„	„ „ „ „ „	1,17 1,26	„	1,215.
„ 34,13	„	„ „ „ „ „	1,66 1,80	„	1,73.
„ 14,61	„	Entnahme aus den Brunnen 7 und 8 allein	1,59 1,81	„	1,70.

Die Brunnen der Seelinie zeigen keine Gleichmässigkeit in ihren Senkungen, die fünffüssigen Brunnen sind 7—8 ähnlich, mit Ausnahme von Nr. 2, welcher in allen Perioden tiefer sich hält, ja kaum den benachbarten 2 füssigen gleichkommt! die 2 füssigen stehen tiefer, sehr unregelmässig, am höchsten stets Nr. 1, am tiefsten Nr. 5, der auffallend gegen die übrigen stets und in allen Perioden zurückbleibt. Nr. 3, rot. 12—20—30 zm tiefer, je nach der Wasserentnahme.

Hieraus folgt:

a. dass zur Entnahme von gegen 15 Liter aus 2 Brunnen fast die gleiche Senkung erforderlich ist, wie von über 34 Liter aus 8 Brunnen, also die 4fache über das ganze Terrain vertheilte Einlassfläche unter gleichen Umständen mehr als die doppelte, genau die 2,336fache, Wasserentnahme gestattet!

b. dass bei gleicher Einlassfläche die zu einer grösseren Wasserentnahme nöthige Senkung des Wasserspiegels

in rascherem Verhältniss zunimmt, als die Wasserentnahme selbst, und dies Verhältniss sich mit der Wasserentnahme vergrössert!

Wenn auch diese Sätze nicht allgemein, sondern nur für die vorliegenden Verhältnisse gelten, und sich bei günstigerem Untergrund entschieden auch günstiger stellen werden, so werden sie doch als Anhalt für das aus den diesjährigen Versuchen abzuleitende Endurtheil dienen können.

Wie schon oben erwähnt, stellen sich die Brunnen der Seelinie sehr ungleich; es tritt dies in den Längsschnitten I Blatt 14 auffallend hervor, in dem dieselben normalen Tage der Entnahmen aus allen 8 Brunnen aufgetragen sind, als in dem Schnitt nach Norden Blatt 13. Die fünffüssigen Brunnen stehen selbstredend auch hier stets höher als die zweifüssigen, nur der fünffüssige Nr. 2 bleibt allein auffallend zurück, obgleich der nach aussen zu benachbarte nur zweifüssige Nr. 1 immer höher sich hält als alle übrigen zweifüssigen Brunnen. Von den zweifüssigen zeigt Nr. 5 dieselbe auffallende Erscheinung; er steht in allen Perioden tief unter den übrigen, während doch stets Nr. 6 der höchste aller fünffüssigen und folglich sämmtlicher Brunnen ist! Diese Erscheinungen in Verbindung mit dem oben über den Stand von 7 und 8 gegen 3 und 4 gesagten, nämlich dass dieselben auch bei gesenktem Wasserspiegel stets höher bleiben, und diese Differenz bei wachsender Entnahme zunimmt, so dass der zweifüssige Nr. 8 fast mit dem fünffüssigen Nr. 4 (der nicht schlecht sich hält) stets gleich steht und immer höher als der fünffüssige Nr. 2 und die übrigen zweifüssigen alle, könnten zu dem Schluss führen, dass der Zufluss gar nicht oder doch weniger von dem See her, und fast ganz oder doch zum grössten Theil aus dem Hinterland kommt, also von dort radial auf die Brunnenlinie zu sich bewegt. Da nun in verhältnissmässig geringer Tiefe unter den Brunnensohlen das Thonlager den Zudrang von unten her wohl fast ganz absperrt, so würde, dies als richtig angenommen, die Speisung der Brunnen allein oder doch überwiegend eine seitliche und von landeinwärts her sein. Hieraus würde sich das stete Höherstehen der Seitenbrunnen, sie mögen zweifüssig oder fünffüssig sein, erklären, sowie dass der fünffüssige Nr. 6 den zweifüssigen Nr. 5, der noch dazu gegen 1 Fuss weniger tief ist (siehe Blatt 9) so bedeutend beeinträchtigt, und dass der zweifüssige Nr. 1 stets besser als der fünffüssige No. 2 steht. Dass dieser Unterschied bei geringeren Entnahmen sich abschwächt, wäre natürlich. Ebenso würde durch diese Annahme erklärt, dass die landeinwärts liegenden 7 und 8 auch bei gesenktem Wasserspiegel und starker Entnahme sich stets höher halten, als die dem See näher liegenden Brunnen; sie liegen eben dem Wasserandrang günstiger. Käme die Haupt-

menge des Wassers vom See her, so müsste das Umgekehrte stattfinden. Diese Ansicht ist jedoch mit der grössten Vorsicht aufzunehmen, da die Bodenbeschaffenheit selbst bei so nahen Brunnen einen wesentlichen Einfluss ausüben kann; doch ist dies unwahrscheinlich, da No. 5 in eben so gutem Sande steht als 6, und No. 2 nicht auffallend schlechteren Boden hatte als No. 1 und 3. Auch in der Moosausfüllung des Hohlmauerwerks kann ein Hemmniss liegen, diese kann (?) fester gestopft sein. Wenigstens bestätigt Periode 4 (Blatt 14 Schnitt II) dass das Schliessen von Brunnen 1 und 6, No. 2 und 5 nicht aufhilft, sie bleiben auch in dieser Periode auffallend zurück! Die obige Annahme findet hiernach in dem Verhalten von No. 2 und 5 keinen Anhalt.

Andererseits wird diese Ansicht sehr unterstützt, wenn man das Verhalten der Standrohre mit betrachtet, wobei selbstredend ihr Abstand von den Punkten der Wasserentnahme zu berücksichtigen ist. Am entschiedensten sind hierfür die Perioden 15 und 16 und 11, namentlich letztere. Die Wasserentnahme ist bei diesen Perioden auf den Mittelpunkt der Anlage concentrirt, Brunnen 3—4—7—8, und namentlich in 11 liegen alle Standrohre in fast gleichem Abstand um dieselbe herum. Standrohr II, nach dem See zu, steht in Periode 11, October 19—26, tiefer als V im Hinterlande, (rot. 26^{zm}). Dieser Unterschied beträgt fast soviel als beim Stillstand am 13. October (28^{zm}) und sonst im natürlichen Stande (26^{zm}). In Periode 15 liegt II, in Periode 16 liegt V bei gleicher Wasserentnahme fast gleich weit von den Wasserpunkten entfernt, und die Differenz beider ist rot. 30^{zm}. Dasselbe Verhältniss tritt fast ein (24—25^{zm}) zwischen den geschlossenen Brunnen 3 und 4 und Standrohr 5 in Periode 16, in der dieselben gleich weit von der Wasserentnahme abliegen. In Periode 15 sinkt die Differenz zwischen den geschlossenen Brunnen 7 und 8 und Standrohr II auf 8 und 10^{zm}, während die natürlichen Differenzen zwischen Brunnen 7 und 8 und Standrohr II 8 und 15^{zm}, zwischen 3 und 4 und V, 22 und 26^{zm} betragen. Diesen fast gleichen Wasserständen um die Stellen der Wasserentnahme herum, entspricht natürlich, dass die Abfallwinkel des Wassers nach dem Brunnen zu (siehe Blatt 13 und 14) ebenfalls fast gleich sind, und darf hieraus mit Bestimmtheit geschlossen werden: dass der Zufluss von beiden Seiten, von der Land- und von der Seeseite her, ein fast gleicher ist, wenn auch hierbei der Antheil des Sees noch fraglich bleibt.

In Periode 11 tritt ferner ein stärkeres Sinken im Standrohr IV (westlich) als in III (östlich) ein, während im natürlichen Stand IV 1 bis 5^{zm} höher steht. Dies würde auf einen geringen Zufluss von Westen her deuten. Bei den Entnahmen aus allen Brunnen ist dieses

Tieferstehen von IV gegen III um so anffallender, als Brunnen 6 fünffüssig und Brunnen 1 zweifüssig ist, und daher stets tiefer steht, als 6. Dies lässt ein ebenfalls tieferes Heruntergehen in III gegen IV erwarten, während das umgekehrte sich zeigt.

Bei der Wasserentnahme aus allen Brunnen liegt Standrohr V und der See von der Entnahme fast gleich entfernt. Das Wasser im Standrohr hält sich bei den mittleren Entnahmen von rot. 23 bis 27 Liter ziemlich dem See gleich, bald etwas darüber, bald etwas darunter, je nachdem die ihm zunächst liegenden Brunnen 7 und 8 weniger oder mehr thätig sind. Werden letztere geschlossen, so steigt es sogleich über den See hinaus, wenn es auch seinen natürlichen Stand nicht erreicht. Bei den stärksten Wasserentnahmen von rot. 34 Liter, sinkt es über 30^{zm} tiefer als der See. Die Inanspruchnahme des Hinterlandes nimmt also mit der wachsenden Wasserentnahme zu!

Die Einwirkung der grösseren Einlassfläche der fünffüssigen Brunnen auf die günstigere Wassergewinnung ist schon oben nachgewiesen. Ganz auffallend tritt dieselbe bei Vergleich der Perioden 13 und 14 hervor, die abwechselnd nur aus den zweifüssigen und aus den fünffüssigen Brunnen entnehmen. Die Differenzen bei fast gleicher Wasserentnahme von rot. 6 Liter pro Sekunde und Brunnen betragen zwischen 3 und 4 (den mittleren der Lage und auch den Wasserständen nach) 54^{zm}; zwischen 7 und 8 = 34^{zm}. Da der See in der Periode der höher stehenden fünffüssigen Brunnen (Periode 14) tiefer stand, als in der der zweifüssigen (Periode 13) und zwar an den Tagen, welche als normale gewählt sind, diese Differenz 8^{zm} betrug, so stellen sich obige Höhenunterschiede eigentlich auf rot. 62^{zm} und 42^{zm} = 23$\frac{3}{4}$ und 16 Zoll! Ebenso markirt sich dies in Periode fünf gegen sechs, in denen Brunnen 1 und 2 und dann 5 und 6 geschlossen waren. Da diese Brunnen je einer Seite der Anlage (siehe Blatt 9) angehörten, und je einem Saugewindkessel, so blieben jedesmal nur 2 Brunnen von sonst 4 mit diesen Windkesseln und der dazu gehörigen Pumpe verbunden, so dass diese jedesmal 1 zweifüssigen und 1 fünffüssigen Brunnen betrieb, aus diesen also rot. die doppelte Wassermenge entnahm, während am andern Windkessel je 4 Brunnen in normalem Betrieb blieben. So wurde in Periode 5 aus Brunnen 3 und 7 und in Periode 6 aus Brunnen 4 und 8 fast die doppelte Wassermenge als aus den 4 übrigen in diesen Perioden thätigen Brunnen, nämlich rot. 6 Liter entnommen; Brunnen 7 und 4 waren fünffüssige, Brunnen 3 und 8 zweifüssige. An den normalen Tagen (Blatt 14) ergab sich eine Differenz von 26^{zm} und 48^{zm} zwischen den fünffüssigen und zweifüssigen Brunnen bei fast gleichem Bestand. Diese Differenz ist nicht so gross als oben. In Periode 11 bei rot. 16 Liter Entnahme pro

Brunnen beträgt dieselbe zwischen den nebeneinander liegenden Brunnen 3 und 4 nur 36^{zm}, zwischen Brunnen 7 und 8 nur 20^{zm}, während alle übrigen Brunnen geschlossen sind. In Periode 12, in der nur die 4 mittleren Brunnen der Seelinie arbeiteten, sind diese Differenzen sehr verschieden, da die faulen Brunnen 2 und 5 mit thätig sind. Sie tritt zwischen 2 und 3 in den höchsten und tiefsten Ständen nur mit 3 und 8^{zm} Differenz ein, zwischen 4 und 5 dagegen mit 64 und 67^{zm}; zwischen 4 und 3, den mittleren dagegen mit 25 und 36^{zm}. Ein Maass über den Einfluss der vergrösserten Fläche lässt sich aus diesen so sehr verschiedenen Erscheinungen nicht ableiten, die ganz lokale Beschaffenheit des Untergrundes, die Zufälligkeiten der Moosfüllung, oder andere nicht aufzufindende Einflüsse machen sich geltend. Dennoch darf man durchschnittlich einen Gewinn von rot. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$^{m} im Wasserstand bei rot. 6 Liter Entnahme pro Brunnen rechnen. Am charakteristischsten tritt der Unterschied bei den schon angeführten Perioden 14 und 8 hervor. In ersterer arbeiten die 4 fünffüssigen Brunnen, in letzterer alle 8 Brunnen, also die 4 zweifüssigen mehr; die Wasserentnahme ist 24,55 Liter und 26,72 Liter, also etwas stärker in Periode 8. Rechnet man das Höherstehen des Sees in Periode 14 ab, so liegen beide mit ihren Wasserständen fast gleich, nur der faule Brunnen Nr. 2 steht, wie immer eine Ausnahme machend, tiefer. Der überwiegende Einfluss der fünffüssigen Brunnen ist hiermit deutlich bewiesen, die 4 zweifüssigen bringen nur eine verhältnissmässig geringe Wasserzunahme und einen unbedeutend höheren Wasserstand.

Die Wirkung der vier mal grösseren Einlassfläche in Periode 20 gegen 15 und 16 ist schon oben besprochen; sie hebt bei gleicher Wasserentnahme den Wasserstand rot. 1$\frac{1}{4}$^{m}, doch tritt dabei allerdings der den Zufluss begünstigende Umstand ein, dass die grössere Einlassfläche in Periode 20 zugleich über ein weiteres Terrain vertheilt ist, während in 15 und 16 sie sich auf einem Punkt concentrirt.

Nach dem Vorstehenden kann aus den Beobachtungen bei den wechselnden Wasserentnahmen mit Sicherheit angenommen werden:

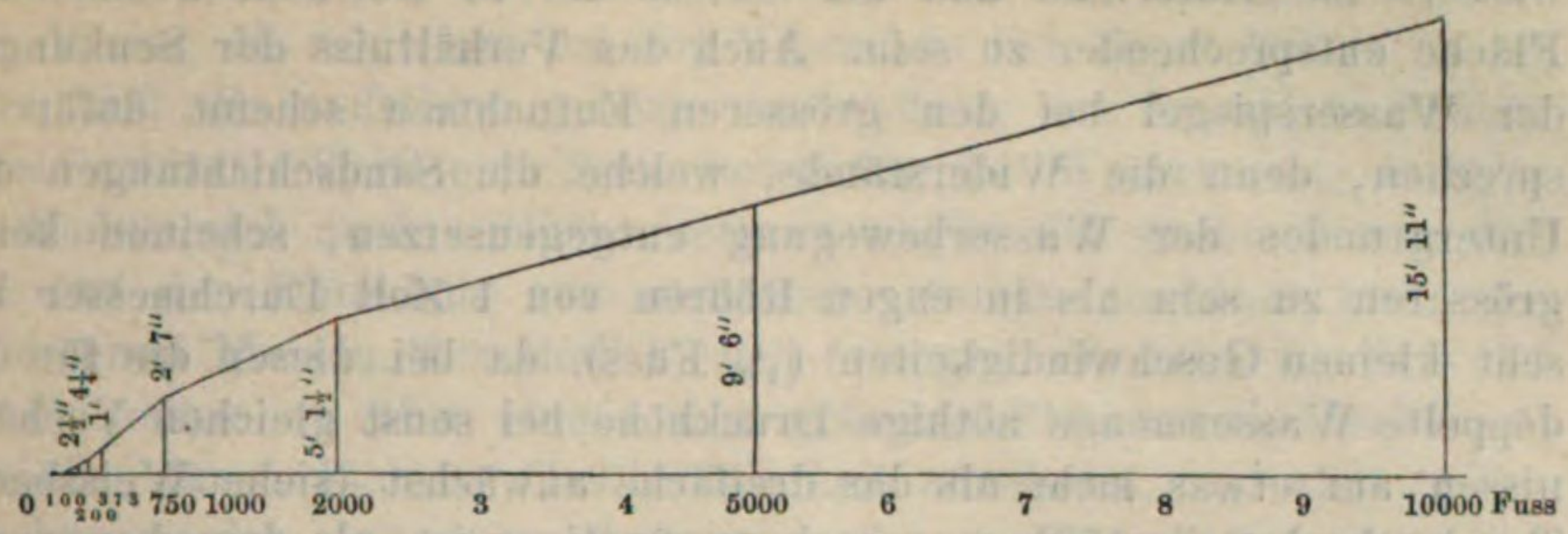
1. dass die Brunnen zu einem grossen, vielleicht zum grössten Theil nicht aus dem See, sondern aus dem Hinterland gespeist werden;
2. dass der Zufluss annähernd gleichmässig von allen 4 Seiten her stattfand;
3. dass die vom See entfernter liegenden beiden Brunnen durchaus nicht von den zwischen ihnen und dem See liegenden beeinflusst wurden, dass also der Anlage mehrer hinreichend entfernt von einander liegender Brunnenreihen oder einer anderen zweckentsprechenden Gruppirung derselben bei einer grösseren Anlage nichts entgegensteht.

4. dass die Einwirkung der vergrösserten Einlassfläche sich auf das Entschiedenste gezeigt hat, und es vortheilhafter ist, die Zahl der Brunnen bis zu einem gewissen Grade zu beschränken und dafür die einlassende Fläche der einzelnen zu vergrössern.

2. Die Einwirkung auf das Terrain.

Wie schon früher dargelegt, ist der natürliche Grundwasserstand vom Müggelsee ab aufsteigend im Terrain. Reduzirt man den Wasserstand im Bohrloch XIIIc. und XIIc und XXIIIc und VIIc auf den 16. November, dem Tage nach viertägigem Stillstand der Maschine, an welchem alle Standrohre und Bohrloch XIV gemessen wurden, und zwar unter der Annahme, dass die ersteren in der seit ihrer Messung verflossenen Zeit so stark gefallen sind als Standrohr I, was entschieden zu gross ist, und letztere analog Standrohr III und IV mit denen sie sich auf gleicher Entfernung vom See finden, so ergiebt sich die folgende Tabelle und Kurve:

Nummer des Bohrloches.	Entfernung vom See in Fussen.	Wasserstand über Berliner Null.	Höher als der See in Fussen u. Zollen.
XIIIc.	10000	23′ 2″	15′ 11″
XIIc.	5000	16′ 9″	9′ 6″
IXc. Standrohr I.	2000	12′ 4½″	5′ 1½″
XXIVc.	750	9′ 10″	2′ 7″
Standrohr V.	373	8′ 3″	1′ 0″
XXIIIc.		7′ 8½″	4½″
Standrohr III.	200	7′ 7¼″	4¼″
„ IV.		7′ 7″	4″
VIIc.			
Standrohr II.	100	7′ 5½″	2½″
See	0	7′ 3″	0.



Diese Abfall-Linie ändert sich allerdings etwas mit den Jahreszeiten und Wasserständen des Sees, sie wird steiler mit den trockenen Monaten und dem Sinken des Sees, da dieser selbst und mit ihm das Untergrundwasser im Vorterrain rascher fallen als im Hinterland. Die Differenzen betrugen zwischen dem See und den rot. 2000 Fuss und 100 Fuss von ihm entfernten Standrohren I und II

	Standrohr I.	Standrohr II.	
am 13. 7. 72 =	1,76	0,12	
„ 25. 7. 72 =	1,85	0,25	
„ 13. 10. 72 =	1,85	0,22	der tiefste Stand des Sees.
„ 16. 11. 72 =	1,59	0,05	
„ 31. 12. 72 =	1,45	0,12	
„ 2. 1. 73 =	1,45	0,14	

Das Wasser im Terrain fällt länger als im See, wie es auch wahrscheinlich in den entfernteren Theilen noch ansteigt, wenn dieser schon fällt; es fiel im See bis zum 13. October, und im Standrohr I. hatte es seinen tiefsten Stand vom 30. October bis 19. November.

Das vorstehende Profil zeigt, dass der Abfall des Grundwassers in der Nähe des Sees steiler wird; im Hinterland flacher ausläuft. Die Höhe desselben über dem See ist schon in mässigem Abstand als beträchtlich zu bezeichnen, und stimmen fast mit dem in Friedrichshagen 1868/69 beobachteten. Damals wurde in dortigen Brunnen auf 297 Fuss Entfernung 1 Fuss Differenz und auf 650 Fuss Entfernung 1,53 Fuss gemessen.

Ob der Quellenzug im vorliegenden Terrain direkt dem Müggelsee zufliesst, oder einem andern Punkte sich zubewegt, ist nicht zu entscheiden. Ich möchte annehmen, dass letzteres zum grossen Theil statt hat. Zunächst erscheint mir der Wasserandrang in die Brunnen, der bei 14 Liter Entnahme aus allen 8 Brunnen eine Senkung von rot. 60 zm = 23 Zoll und bei 34 Liter von rot. 1,85 m = 5' 11" unter den Wasserstand des Sees erfordert, kein dem Ansteigen des Untergrund-

wassers im Hinterland und der Grösse der in Betracht kommenden Fläche entsprechender zu sein. Auch das Verhältniss der Senkungen der Wasserspiegel bei den grösseren Entnahmen scheint dafür zu sprechen, denn die Widerstände, welche die Sandschichtungen des Untergrundes der Wasserbewegung entgegensetzen, scheinen keine grösseren zu sein als in engen Röhren von 1 Zoll Durchmesser bei sehr kleinen Geschwindigkeiten ($_1{}^1/_6$ Fuss), da bei diesen die für die doppelte Wassermenge nöthige Druckhöhe bei sonst gleichen Verhältnissen auf etwas mehr als das dreifache anwächst (siehe Weissbach, Taschenbuch Seite 172), was noch ungünstiger ist, als das eben nachgewiesene Verhältniss zwischen den Wassermengen und den Druck- (Senkungs-) höhen der Versuchsstation. Diese Ansicht scheint auch darin eine Bestätigung zu finden, dass nach den Messungen von 1868/69 dem Müggelsee durch Quellen in seinem Boden zufliessen rot. 31—32 Cbkfss. pro Sekunde. (Siehe Vorarbeiten u. s. w. Seite 75), eine Wassermenge, welche mir der Grösse des Sees und dem oben nachgewiesenen so bedeutenden Ansteigen des Untergrundwassers nur dann zu entsprechen scheint, wenn man den Widerstand, den der Untergrund des Sees und seiner Umgegend der Bewegung des Wassers entgegensetzt als sehr bedeutend annimmt; es gilt dies selbst, wenn vorausgesetzt wird, dass der Quellenzug nur von der Nordseite dem See zuzieht, auf der Südseite sich aber der Dahme zuwendet.

Dagegen weisen die auf Blatt 13 und 14 aufgetragenen Profile nach, dass der Abfallkegel, der sich um den Ort der Entnahme bildet ein sehr steiler ist, der je nach der Stärke der Entnahme schon von 15 bis 30 Fuss Abstand flach ausläuft. Derselbe nimmt in Wirklichkeit die auf Blatt 13 und 14 angedeutete Kurve an. Die Spitze dieses Kegels liegt jedesmal im gesenkten Wasserspiegel, die Grösse seiner Basis ist aber nicht von der Wasserentnahme direkt, sondern indirekt von derselben, nur in soweit abhängig, als diese die Tiefe der Senkung des Wasserspiegels bestimmt. Würde an derselben Stelle aus einem z. B. 5füssigen und dann aus einem 10füssigen Brunnen von derselben Tiefe die gleiche Wassermenge entnommen, so würde eine sehr verschiedene Senkung des Wasserspiegels eintreten, und damit auch die Grösse der Basis des Abfallkegels sich ändern. Der Durchmesser dieser Basis ist neben der Senkung des Wasserspiegels vielmehr von der Beschaffenheit des Terrains abhängig. Bei den Tegeler Versuchen war derselbe so klein, weil nur eine so geringe Senkung des Wasserspiegels eintrat, nur rot. 18 Zoll! Aber es war falsch, daraus zu schliessen, dass nur in dem Umfang des Abfallkegels das Untergrundwasser durch den Zufluss in Anspruch genommen war. Dies wäre nur dann richtig, wenn das Wasser nur von unten nach oben aufsteigend in Bewegung käme, der Zufluss im Brunnen fast

allein von unten her und nicht auch von den Seiten her statt hätte, eine Weise, die vielleicht bei den Versuchen bei Tegel 1868/69 statt hatte und die auffallend geringe Ausbreitung des damaligen Abfallkegels erklärt. Tritt eine Seitenbewegung des Wassers ein, so muss der Zufluss sich auch seitlich ersetzen; mag er sich strahlenförmig von dem Ort der Entnahme aus ausbreiten oder in einzelnen mehr geschlossenen Massen, flussähnlich, sich bewegen. Er wird von dem Ort der Entnahme ab über eine immer grössere Fläche sich ausdehnen, also eine immer kleinere Geschwindigkeit annehmen, und erst da unmessbar werden, wo seine Bewegung eine nicht mehr messbare Geschwindigkeit erreicht hat. Von diesem äussersten Punkt werden die Wassertheilchen sich in immer engere Kreise, der Entnahmestelle zu, zusammendrängen, und immer grössere Geschwindigkeiten annehmen, bis sie diejenige erlangt haben, welche der mechanisch entnommenen Wassermenge und dem Querschnitt der Eintrittsöffnungen in den Brunnen entspricht. Das durch den gesenkten Wasserspiegel gestörte Gleichgewicht erstreckt sich aber auf alle mit Wasser erfüllten Schichten der betreffenden Oertlichkeit, und wirkt auf sie ein, das Resultat dieser Einwirkung ist aber abhängig von der Durchlässigkeit der qu. Schichten:

1. vom Maximum der Geschwindigkeit, welches die Grösse der Störung des Gleichgewichtes (Höhendifferenz) dem Wasser in den vorhandenen Sandschichten (Reibungswiderstand) überhaupt zu verleihen vermag, und
2. von der einlassenden Fläche.

Die Störung des Gleichgewichtes kann sich bei derselben Höhendifferenz auf sehr ausgedehnte Schichten ausdehnen, es wird nur darauf ankommen, dies dem Zweck entsprechend zu thun, um den grössten Nutzen von einer verhältnissmässigen geringen Senkung des Wasserspiegels, denn diese ist immer die wünschenswertheste, zu ziehen. Es geschieht dies durch möglichste Vergrösserung der Einlassfläche, sei es an einem Punkte, sei es, der Natur des Terrains entsprechend durch Schaffen vieler Punkte. Im Allgemeinen wird eine Ausdehnung der Brunnen in die Tiefe bei durchlassenden Wandungen das einfachste Mittel zur Erlangung grösserer Wassermassen sein. Die Experimente an der Versuchsstation haben dies dargelegt.

Von grossem Einfluss dabei ist selbstredend die Beschaffenheit des Untergrundes. Der Unterschied der Versuche am Tegelersee gegen die vorjährigen zeigt dies deutlich. Dort herrschen in sehr weiter Ausdehnung im Untergrunde Massen kiesigen Sandes und Kiesbeimengungen vor. Stehen Brunnen in solchen Schichten, so ist ihre Einlassfläche durch dieselben von Natur aus vergrössert; der Kies um die Brunnen bildet, wie der Kies, den wir

zur Haltung des Sandes in die Brunnen schütten, nur ein leitendes Medium, das wenig Widerstand der Wasserbewegung entgegensetzt. Dieser Widerstand, der allein zu überwinden ist, findet sich in steigendem Maasse in den mittleren und feinen Sanden. Sind also Brunnen von Schichten kiesigen Sandes und Kieses umgeben, so ist nicht mehr die Brunnenfläche, sondern der Umfang dieser Schichten die eigentliche einlassende Fläche. Ein solches natürliches Verhältniss, vielleicht neben einem starken Wasserandrang von unten her, wie er in hiesiger Gegend neuerdings öfter beobachtet ist, hat wahrscheinlich die so günstigen Tegeler Resultate veranlasst.

Um jedoch das Terrain zu bestimmen, auf welches die Einwirkung der Wasserentnahme äusserlich, durch die Ausdehnung der Basis des Abfallkegels nachweisbar war, ist das Stossen der Bohrlöcher XXIV c und XXIII c in rot. 470 und 400 Fuss Entfernung von Brunnen 8 und Brunnen 3 benutzt worden. Beide wurden während eines mittleren Betriebes der Station, rot. 25 Liter Entnahme gestossen. Bei dem später angeordneten Stillstand zeigte sich in beiden ein geringes Ansteigen, rot. 5^{zm} und 10^{zm} und bei XXIII c auch ein Wiederfallen 6 Stunden nach Ingangsetzung der Maschine, welches mit 10^{zm} sein Maximum erreichte, und als bleibend, oder mit dem See steigend fast 12 Tage beobachtet wurde, siehe Blatt 11. Bei XXIV c ist ein Wiederfallen in 2 mal 24 Stunden nach Aufnahme des Betriebes nicht eingetreten, das erstliche Steigen des Grundwassers in demselben nach Anhalten der Betriebsmaschine scheint dem schon seit 18—19 Tagen continuirlich stattgehabten Anschwellen des Sees zuzuschreiben zu sein, das auch erst 3 Tage später in Standrohr I. seine Einwirkung zeigte, und in XXIV c, welches rot. 1250 Fuss näher zum See liegt, früher eintreten musste. Wie dem aber auch sei, die Basis des Abfallkegels wird in ihren äussersten überaus flachen Ausläufen zu höchstens rot. 500 Fuss Radius anzunehmen sein, und jedenfalls scheint durch XXIII c der Seitenzufluss entschieden bestätigt zu sein.

3. Die Güte des Wassers und die Einwirkung des Sees auf die Wasserentnahme.

Was die Güte des Wassers der Versuchsstation betrifft, so haben die zahlreichen Analysen (siehe Anlage III.) nachgewiesen, dass es stets klar und rein war, äusserst geringe Mengen organischer Bestandtheile enthielt, gering im Chlor- und Schwefelsäure-Gehalt, und nur wenig härter als Spreewasser sich zeigte. Abgesehen von den Wasserproben, bei welchen die Cementwandungen der Brunnen Zeit

gehabt hatten, auf das Wasser einzuwirken und es weicher zu machen, (siehe den Bericht des Dr. Müller) betrug seine natürliche Härte meist gegen 14 Grad und schwankte von rot. 13 Grad bis gegen 16 Grad. Das Wasser des Müggelsees zeigte an natürlicher Härte 11,0 bis 12,3 Grad, das der englischen Wasserleitung nach der Analyse von 1869 = 11,6 Grad, nach der 1872 = 12,5 Grad. An organischen Bestandtheilen enthielt das Versuchswasser wenig mehr als die Hälfte des Wassers des Müggel und kaum $\frac{1}{3}$ derjenigen des Leitungswassers 1869, nämlich 4,9 Milliontheil gegen 9,7 und 14,1. Der Salpetersäure-Gehalt war fast Null, gegen 2,0 und 2,4 in jenen. Schwefelsäure war annähernd dieselbe, doch sehr beträchtlich der Unterschied im Chlor; dies zeigte sich geringer im Brunnen- als im Seewasser. Am 4. December, als alle 8 Brunnen mit sehr starker Wasserentnahme, 34,13 Liter, eine Woche lang in Betrieb gewesen waren, betrug im Brunnenwasser der Chlorgehalt kaum die Hälfte von demjenigen des Seewassers, 10,2 Milliontheil gegen 21,3! Aus diesem Unterschied, welcher den Gehalt an Chlornatrium zu 16,4 gegen 35,4 ergiebt, glaubt Dr. Müller mit Sicherheit schliessen zu können, dass an diesem Tage das Wasser der Station zum allergrössten Theil nicht aus dem See stammte, sondern Untergrundwasser war, welches den Brunnen direkt zufloss! War dies aber an diesem Tage der Fall, nachdem 5 Monate hindurch ununterbrochen die Wasserentnahme stattgehabt hatte und zu dem nach 8 Tagen der stärksten Entnahme aus allen 8 Brunnen, so kann mit Sicherheit das Gleiche als das Normale angenommen werden. Bei dem stark durchlassenden Sanduntergrund ist es wohl als undenkbar zu bezeichnen, dass bei dem Nacht und Tag fortgesetzten Betrieb der Station der Zufluss abwechselnd von verschiedenen Seiten her stattgefunden haben sollte. Die Zuflüsse setzen sich, wie schon oben besprochen, mit der Wasserentnahme in das Gleichgewicht. Zu Anfang einer örtlichen starken Entnahme bilden sie sich nach dem Terrain und den Schichtungs-Verhältnissen, und das Wasser fliesst von den Punkten aus und auf den Wegen zu, auf denen es die geringsten Widerstände zu überwinden hat; die Senkung des Wasserspiegels entspricht dieser Richtung der geringsten Widerstände. Dass diese wechseln sollte, diese Widerstände also unter gleichen Verhältnissen sich ändern sollten, dafür liegt kein Grund vor, da die Geschwindigkeit des Wassers an der Stelle ihres Maximums (beim Eintritt in die Brunnen) eine so geringe war, dass sie nicht einmal Schlamm bewegen konnte. Jedenfalls hatten sich am 4. December nach 5monatlichem Betrieb der Station, die Zuflüsse geregelt, und kamen dieselben damals bei sehr starker Wasserentnahme nicht, oder wenigstens zum grössten Theil nicht aus dem See, so würde dies auch für einen fortgesetzten Betrieb der Fall sein und als ein dauernder

Zustand zu bezeichnen. Dies ist vielleicht das wichtigste Ergebniss der Versuchsstation, welches für die ganze Frage der Wasserversorgung aus dem Untergrundwasser von der weittragendsten Bedeutung ist.

Dass der See ohne jede Einwirkung auf die Station gewesen ist, d. h. gar kein Wasser in die Brunnen geliefert hat, ist jedoch weder nach seinem sandigen Untergrunde anzunehmen, noch nach der Analyse der Fall. Die sogleich zu besprechende Erscheinung des schwachen Schwefelgeruchs führt Dr. Müller wenigstens zum Theil auf den Einfluss des Sees und ins Besondere auf die Ablagerungen von Infusorien (Kieselguhr) zurück, welche bei den Untersuchungen im Winter 1870/71 gefunden worden war, und von denen oben das Nähere angeführt ist; die Frage, ob diese Ablagerungen Einfluss auf das Wasser ausüben, war aber, wie oben dargelegt, mit ein entscheidender Grund bei der Wahl des Platzes für die Versuchsstation gewesen.

Aber auch darin scheint eine Einwirkung des Sees sich zu zeigen, dass einzelne Brunnen, so namentlich Nr. 5, stets einen höheren Chlorgehalt zeigen, als die übrigen derselben Linie. Der hohe Chlorgehalt von Brunnen 7 und 8 am 16. September nach langem Stillstand, ist unerklärt; ein Zufluss von Seewasser ist hier nicht anzunehmen, da diese Brunnen sich füllten, während die dem See näher liegenden in Betrieb waren. Dasselbe gilt von Nr. 8 am 7. December. Eine von Aussen stattgehabte Verunreinigung, die Dr. Müller annimmt, ist möglich, mir aber nicht wahrscheinlich. Dagegen war dies bestimmt bei dem Wasser vom 3. Juni der Fall, welches vor der Ingangsetzung der Station geschöpft wurde, als die Brunnen noch das Mischwasser ihres Senkens enthielten, und mit diesem alle Verunreinigungen, welche bei dieser Arbeit unvermeidlich sind.

Die äusserst geringen Spuren von pflanzlichen Theilen, welche die Analyse fand, entstammen ohne jeden Zweifel der Moosfüllung der Brunnenwände, aus welchen auch die Moosfasern und Kiefernnadeln stammten, welche sich, wie oben angeführt, in den Gehäusen der Wassermesser fanden.

Die Temperatur des Wassers der Station hat während der Zeit von Anfang Juli bis Ende December kaum um 1 Grad geschwankt, es zeigte fast continuirlich 9 bis 9½° Cels. Schwankungen zwischen den einzelnen Brunnen sind nicht mit Sicherheit festzustellen gewesen, und haben höchstens ½ bis 1 Grad Cels. betragen. Auch diese selbst während der heissen Sommermonate unveränderte Temperatur ist bei der doch nicht bedeutenden Entfernung der Brunnen vom See ein sicheres Zeichen, dass der Einfluss des letzteren nur ein sehr Geringer sein kann.

Dass nach dem Urtheil des Dr. Müller das Stationswasser wenig freie Kohlensäure enthielt, muss als ein entschieden günstiges Zeugniss für dasselbe bezeichnet werden.

Neben diesen so günstigen Ergebnissen ist jedoch, wie schon angeführt, eine eigenthümliche, sehr unangenehme Erscheinung aufgetreten. Das Wasser war, wie angegeben, stets ganz klar. Zu Anfang der Versuche war es von vortrefflichem Geschmack, und als weiches Wasser, trotz seiner geringen Temperatur, angenehm zu trinken. Nach kaum 14 Tagen stellte sich jedoch ein unangenehmer Geruch ein, der zuerst nur im Ausgussrohr bemerkbar war, sich allmälig aber am Ausguss selbst stark markirte und sich auch noch bei einigen Schritten Entfernung im Winde recht bemerkbar machte. Es war ein Geruch, wie er gewöhnlich als „nach Schwefel oder Schwefelwasserstoff“ bezeichnet wird. Das Wasser erregte zugleich beim Trinken Unbehagen, ohne jedoch einen bestimmten Geschmack zu haben. Dies hielt bis Ende der Versuche, wenn auch in sehr wechselnder Stärke an, und bei den letzten schwachen Entnahmen nicht so stark als vorher bei den stärkeren. Auf 20 Schritt vom Ausguss zeigte das Wasser jedoch weder Geruch noch Geschmack, beide entwichen rasch, und auch die Analyse hat Schwefelwasserstoff im Wasser, oder Schwefelverbindungen nicht nachweisen können. Auch das aus den einzelnen Brunnen direkt geschöpfte Wasser zeigte obige Eigenschaften, wenn auch nicht so stark als am Ausflussrohr; Brunnen 8 jedoch entschieden viel weniger als die übrigen Brunnen, ja mitunter kaum wahrnehmbar, Brunnen 6 kam ihn nahe. Am ungünstigsten bei direktem Schöpfen erwies sich Nr. 3. Auffallend war jedoch die Wahrnehmung, dass in den Brunnen selbst, auch bei geschlossener Abdeckung, durchaus kein Geruch wahrzunehmen war, selbst bei Nr. 3 nicht. Eine jetzt 5 Monate im warmen Zimmer nur leicht bedeckte Probe hatte sehr bald nach der Entnahme am Ausgussrohr den Geruch und Geschmack verloren, nahm später weder Geruch noch Geschmack an und ist bis heut vollständig klar und geschmacklos geblieben; nur gleich nach dem Schöpfen hatten sich einige feine leicht-rothbräunliche Flocken am Boden des Gefässes abgesetzt. Die Beobachtungen des Dr. Müller haben Gleiches ergeben, siehe dessen Bericht in Anlage III.

Dieser Erscheinung anschliessend überzogen sich die Kiesel u. s. w. in der Rinne vom Ausguss nach dem See mit einem ockerartigen Absatz, und bei Gelegenheit eines Aufnehmens der Pumpen-Ventile fanden sich diese, so wie die Eisentheile sonst, mit einer nassen, gelben Masse überzogen. Beim Abbruch der Anlage fand sich diese Masse als Ablagerung sogar am Boden der Ausflussrohre in Form eines feinsten Pulvers. Die Analyse hat dieselbe als Eisenoxydhydrat

(Ocker) mit nur sehr wenig Eisen- und Kalkcarbonat gemengt, nachgewiesen, denen einige Moos-Algen- und Pilzfäden, aus der Moosausfüllung der Hohlsteine der Brunnen stammend, beigemengt waren.

Die Bildung dieses Ockers und damit in Verbindung die so äusserst geringe aber doch sehr unangenehme Schwefelwasserstoff-Entwickelung führt Herr Dr. Müller auf die Einwirkung organischer Substanz auf Schwefeleisen zurück. Erstere soll aus den Infusorien-Schichten des Sees stammen, letztere sich durch die Einwirkung des Kohlensäure haltigen Seewassers auf den Gyps- und Eisengehalt des Wassers gebildet haben.

Wie konnte sich aber diese bei ihrem Auftreten im Wasser aufs äusserste fein zertheilte flockige Masse in den glasirten Thon-Abflussrohren, in denen sich das Wasser mit mindestens 10 Fuss Geschwindigkeit in der Sekunde bewegte, abscheiden? Die Ausscheidung muss eine so energische gewesen sein, und die Wandungen des Rohres müssen auf diese Flocken im Augenblick ihres Entstehens eine solche Anziehungskraft ausgeübt haben, dass selbst das rasch bewegte Wasser den allergrössten Theil derselben schon in den Rohrleitungen absetzte. Ich kann wenigstens keine andere Erklärung für diese Erscheinung finden, die ebenso in den Saugrohren und in den Pumpen auftrat, in denen aber das Wasser eine viel geringere Geschwindigkeit als die oben angeführte hatte. Der chemische Vorgang bei der Bildung dieser Flocken muss energischer auftreten als die mechanische Wirkung des Wasserstromes.

Diese ganze Erscheinung ist als eine sehr störende für eine Wassergewinnung zu bezeichnen, und die Orte, wo sich Aehnliches zeigt, sind selbstredend zu vermeiden, da sich günstigere ohne Frage auffinden lassen werden. Aber es muss hervorgehoben werden, dass sich nöthigenfalls Vorkehrungen treffen lassen, welche einen energischen, raschen und vollständigen Verlauf des Prozesses, welcher das Auftreten dieser Erscheinung bedingt, herbeiführen, und die Zersetzungsprodukte desselben ebenso rasch und energisch aus dem Wasser entfernen. Auf der Versuchsstation vollzog sich beides ohne jede Hülfe von selbst und ebenso vollständig als rasch. Sobald das Wasser mit Luft in Berührung kam, durchlief es diesen Prozess der Selbstreinigung auf das Energischste, und wurde nach demselben zu einem in jeder Beziehung vorzüglichen und brauchbaren. Es ist also nur das Einsaugen von Luft in die Pumpen, ähnlich wie es jetzt auf den englischen Werken gegen das Schlagen der Ventile geschieht, anzuordnen, und anschliessend Einrichtungen, welche Gelegenheit zum Ausscheiden jener Produkte geben. Die eingesaugte Luft mengt sich auf das Feinste und Innigste mit dem Wasser, und entweicht rasch und vollständig bei der ersten ihr gebotenen Gelegenheit, wie dies

jetzt bei dem englischen Wasser beim Oeffnen jedes Hahnes sich zeigt Sie wird im Wasser jenen Prozess energisch einleiten, und bei ihrem Entweichen alle luftförmigen Produkte, jene Gase, welche den Geruch und Geschmack geben, vollständig mit sich nehmen. Dies herbeizuführen hätte man nur ein Standrohr mit Ueberfall dicht hinter den Maschinen anzuordnen. Schwieriger wäre es, für die nöthige Ausscheidung des Ockers, der sich ja selbst bei rot. 10 Fuss Wassergeschwindigkeit absetzte, Vorsorge zu treffen. Es müsste dies vor dem Eintritt des Wassers in die Rohrleitung geschehen, damit letztere nicht Ablagerungen ausgesetzt würde, und die betreffenden Vorrichtungen wären von Zeit zu Zeit zu reinigen oder zu erneuern. Dies führt allerdings zu lästigen Zwischenconstructionen, und man muss derartige Wasserorte lieber vermeiden. Aber die Möglichkeit und Ungefährlichkeit der Benutzung auch solcher Wasser musste hervorgehoben werden.

Für die Wahl anderer Wasserorte hat aber die Versuchsstation ein weites Feld eröffnet, indem sie nachgewiesen hat:

1. dass das selbst in so geringer Entfernung vom See geschöpfte Wasser wenigstens zum überwiegend grössten Theil nicht Seewasser, sondern Untergrundwasser war!
2. dass selbst in so geringem Abstand von einander angelegte Brunnenreihen sich nicht beeinflussen.

Es ist daher nicht nöthig, die Wasserorte mit ängstlicher Vorsorge nahe jenen Seen oder offenen Wasserläufen und deren Ufern parallel anzulegen, wie im generellen Projekt angenommen worden war. Sie können frei an sonst geeigneten und günstigen Punkten gesucht und bestimmt und den örtlichen Verhältnissen entsprechend gruppenartig oder in einzelnen Linien angelegt werden. Zu solchen Anlagen bietet sich rings um Berlin ein weites Feld, wie diese Vorarbeiten nachgewiesen haben. —

V.

Schlussfolgerungen.

Ehe ich dazu übergehe, die gewonnenen Resultate der letzten Arbeiten zusammenzufassen und in ihrer Rückwirkung auf das erste generelle Projekt darzustellen, habe ich darauf hinzuweisen, dass die Benutzung des Untergrundwassers in der Zwischenzeit mehrfach mit guten, ja überraschenden Erfolgen stattgefunden hat. Für Dresden ist die im Bau begriffene Wasserleitung, freilich unter dafür ausser-gewöhnlich günstigen Verhältnissen, auf entschieden als Untergrund-wasser nachgewiesene Wasserzüge gegründet. Hier am Ort bestehen zur Zeit 4 Anlagen von verschiedener Ausgiebigkeit, welche mit Er-folg aus dem Untergrund schöpfen; nämlich eine Anlage in der Schwartzkopf'schen Maschinenfabrik, Chausseestrasse; die Wasser-anlage für den Thiergarten am Hippodrom, eine der englischen Wasser-werke auf deren Grundstück am Oberbaum, und selbst eine auf dem Kreuzberg für die Tivoli-Brauerei. Mit Ausnahme der Anlage am Hippodrom benutzen diese Anlagen nur je einen Brunnen mit durch-lassenden Seitenwänden von rot. 45 bis 75 Fuss Tiefe.

Der Brunnen auf dem Kreuzberg durchbricht die dortige 7,2 m starke Lehmschicht und steigt bis — 2,0 m Berliner Null herab. Er steht auf einer 3,7 m starken Thonschicht, und nur dicht über dieser findet sich eine 0,66 m dicke Kiesschicht (?), alle übrigen durchfahrenen Schichten unter dem Lehm sind mittlere oder feine, theils weiche Sande. Das Wasser stand im Brunnen im Mai 1871 auf rot. + 3,45 m = rot. + 11 Fuss über Berliner Null. Der Brunnen soll 30—40 Cbkfss. Wasser in der Minute liefern, doch senkt sich hierbei der Wasser-spiegel um rot. 12 Fuss! Auch findet jene Entnahme wohl nur bei Tage statt, so dass bei continuirlichem Betrieb weniger Wasser oder noch eine grössere Senkung zu rechnen sein würde. Immerhin ist dies Beispiel ein glänzender Beweis für die Richtigkeit dieser Art der Wasserentnahme in hiesiger Gegend und um so mehr hervorzuheben, als die lokalen Bodenverhältnisse dort sehr ungünstige sind! Das Wasser fand sich bei der hohen Lage des Punktes auf dem südlichen Plateau von + 21,14 m = 67' 4" erst bei rot. 56—57 Fuss unter Ter-rain, und um einen nur einigermassen hinreichenden Wasserstand zu haben, hatte der Brunnen bis auf die dort befindliche Thonschicht gesenkt werden müssen, auf welche er aufsteht! Er hat also nur Seitenzufluss.

Der Brunnen der Schwartzkopff'schen Fabrik liefert bei nur 46 Fuss Tiefe einige 30 Cbkfss. Wasser per Minute, wobei ein Senken des Wasserspiegels von nur rot. 2 Fuss eintritt! Er steht theils in feinen Sanden, welche bei der früheren Wasserentnahme aus einem Brunnen alter Construktion in stärkste Bewegung kamen! Die Wasserentnahme findet nur während der Arbeitszeit der Fabrik statt.

Ueber die Anlage am Hippodrom habe ich keine genauen Daten erhalten können. Die Wasserentnahme soll jedoch bedeutender als bei den vorigen sein und wird, da nur am Tage gepumpt wird, von einem 6 Fuss unter den Grundwasserspiegel hinabreichenden Sammelbassin und durch 2 Brunnen mit ganz einlassenden Wänden, welche rot. 40 Fuss tief sind, vermittelt.

Die bedeutendste Anlage dieser Art ist aber die auf den englischen Wasserwerken. Sie ist zugleich diejenige gewesen, welche zuerst ausgeführt und in der Construktion solcher Brunnen bahnbrechend geworden ist. Der dortige rot. 66 Fuss tiefe Brunnen ist im Brunnenkörper bis — 40′ 8″, die Unterkante des Brunnenkranzes bis — 45′ 3″ unter Berliner Null gesenkt; der Wasserstand steht rot. + 8′. Seit nun $3\frac{1}{2}$ Jahren werden täglich gegen 130,000 Cbkfss. demselben entnommen! oder rot. 90 Cbkfss. in der Minute! Hierbei findet ein Senken des Wasserspiegels von nur rot. $6\frac{1}{2}$ — 7 Fuss statt! Bei einer grösseren Senkung würde die Wassermenge sich noch erheblich steigern lassen, so dass mit 9 solchen Brunnen der ganze jetzige Wasserbedarf der Stadt auch an den heissesten, wasserbedürftigsten Tagen zu decken wäre! Die Einwirkung auf den Wasserstand im Terrain erstreckt sich über 330 Fuss hinaus, indem in dieser Entfernung die Einwirkung des Pumpens sich noch stark markirt. Der Brunnen hat seinen natürlichen Wasserstand über der Spree mit rot. 1,9 Fuss; seine Entfernung von letzterer beträgt 400 Fuss. Auffallend aber ist, dass ein zwischen ihm und der Spree gestossenes Bohrloch in 185 Fuss Entfernung vom Brunnen und 215 Fuss Entfernung von der Spree, sich auch bei dem Pumpen fortwährend im Wasserspiegel höher hält als die Spree! Diese nun durch Jahre anhaltende Erscheinung beweisst wohl auf das Entschiedenste die alleinige Speisung dieses Brunnens aus dem Untergrundwasser! Freilich müssen hierzu die lokalen Verhältnisse aussergewöhnlich günstige sein! Ein sehr starker unterirdischer Wasserandrang muss gerade an dieser Stelle stattfinden und vielleicht hält eine starke Verschlammung des Spreebettes das Flusswasser ab. Das Wasser des Brunnens ist nach den Analysen des Herrn Professor Dr. Müller viel härter als das Spreewasser, enthält aber nur $\frac{2}{3}$ an Chlor, und nur rot. $\frac{1}{4}$ an Ammoniak. Es unterscheidet sich also hierin sehr von dem der Versuchsstation, welches entschieden viel besser und weicher ist.

Durch diese Anlagen und durch die Versuchsstation darf jetzt als sicher angenommen werden, dass das Untergrundwasser in hiesiger Gegend eine überreiche Quelle der Wassergewinnung bietet. Diese ist als ausdauernder zu betrachten, als die offenen Wasseransammlungen in Flüssen und Seen, ja als die meisten offenen Quellen. Alle diese sind direkt und unmittelbar von dem jährlichen Niederschlag und den Witterungs-Verhältnissen abhängig, und gehen bei mehreren aufeinander folgenden trockenen Jahren auf unerwartet niedrige Mengen herunter. Es darf bei ihnen nicht der Durchschnitt einer langen Jahresreihe den Berechnungen zu Grunde gelegt werden, sondern allein die Messungen nach mehreren wasserarmen Jahren und nach anhaltenden Dürren. Wie sehr diese einwirken, davon hat das Jahr 1868 in England ein erschreckendes Beispiel gegeben, denn in diesem Jahr gingen nach dem Bericht der Parlaments-Commission „on Water Supply“, ausgegeben 1869, fast alle englischen Wasserwerke, welche auf das Abfangen und Sammeln von Quellen (catchements reservoirs) gegründet sind, längere Zeit auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ ihrer Wassermenge hinunter, ja theilweis versagten sie fast ganz. Wenn nun auch die in dem aussergewöhnlich trockenen Jahre 1868 hier angestellten Messungen ergeben haben, dass Spree und Havel auch nach anhaltenden Dürren genügende Wassermengen führen, um aus ihnen den Bedarf der Stadt schöpfen zu können, so bietet das meilenweit sich ausdehnende unterirdische Bassin der Untergrundwasser doch eine noch reichere und noch ausdauerndere Quelle eines reinsten, stets gleich temperirten Wassers der Benutzung dar.

Das Vorhandensein eines solchen Bassins im sandigen und kiesigen Untergrund der hiesigen Gegend ist nach den 1868/69 gemachten, sowie nach den vorjährigen Beobachtungen nicht zweifelhaft. Sein Wasserspiegel ist ein von den Flussthälern aus ansteigender, seine Wasser müssen also in einer Bewegung zu Thal begriffen sein, wenn auch nicht feststeht, dass sie in den nächsten Flusslauf ausfliessen. Die Untersuchungen in Dresden haben ergeben, dass unter dem Flussbett der Elbe geschöpftes Wasser, trotz des kiesigen Flussbettes, kein filtrirtes Elbwasser war. Aehnliches soll in Augsburg nachgewiesen sein. Auf Bückli's Anführungen ist schon oben hingewiesen, und noch in der allerneuesten Zeit hat eine Bohrung am Teltower See die Unabhängigkeit dieser Grundwasser von den benachbarten offenen Wassern auch in hiesiger Gegend nachgewiesen. Bei einem nicht weit von diesem See gestossenen Bohrloch, welches rot. 60 Fuss Tiefe erreichte und fast ausschliesslich in mit Thon gemischtem Sande stand, trat bei dieser Tiefe ein Ueberfliessen des Wassers über den Rand der Bohrröhre in rot. 4 Fuss Höhe über dem Wasserstand des benachbarten Sees ein.

Wenn nun auch dieses Bassin nicht unabhängig von der Grösse der jährlichen Niederschläge und den Witterungsverhältnissen ist, und seine Zuflüsse mit in Betracht gezogen werden müssen, so ist es doch durch seine Grösse weniger von diesen abhängig, auch den Einflüssen der Verdunstung, der Austrocknung durch Winde u. dergl. m. fast ganz entzogen. Ueber eine im Verhältniss sehr viel grössere Fläche ausgebreitet als die offenen Wasserläufe und Ansammlungen und in ununterbrochenem Zusammenhang in sich selbst, gleichen sich die lokalen und jährlichen Einflüsse der Niederschläge sowie des Luftmeeres auf dasselbe mehr und leichter aus, und selbst Jahre geringeren Zuflusses werden seinen Spiegel verhältnissmässig wenig senken. Eine tief genug angelegte Störung seines Gleichgewichtes durch eine direkte Wasserentnahme wird aber das ganze Bassin in Mitleidenschaft ziehen, und das ganze Bassin zum Wiederausgleich der Störung mitwirken. Dass der Spiegel dieses Bassins von unsern Flussthälern ab landeinwärts rasch und bedeutend ansteigt, wie dies oben nachgewiesen ist, die Wasser also schon in einer Bewegung zu Thal begriffen sind, erleichtert diesen Ausgleich, also die Wasserentnahme sehr wesentlich. Es wird nur darauf ankommen, diese Bewegung zu Thal zu benutzen und so durch Störung des natürlichen Gleichgewichtes zu verstärken, dass einem oder mehreren Punkten dieses unterirdischen Bassins, an welchen die Entnahme statt haben soll von allen Seiten her die nöthige Wassermenge zufliesst. Dies kann allein durch ein hinreichendes Senken des Wasserspiegels geschehen. Von der Grösse dieser Senkung wird die vermehrte und die neu hervorgerufene Bewegung, die erzeugten Geschwindigkeiten abhängen, und von der Fläche, auf welche dieselbe schliesslich zur Wirkung kommt, ist die resultirende Wassermenge abhängig. Hieraus folgt, dass durch die Steigerung der Geschwindigkeit oder durch die Grösse der einlassenden Flächen das gewünschte Resultat erreicht werden kann. Dass die Geschwindigkeit, oder das Senken des Wasserspiegels möglichst ein Minimum bleibe, ist, wie schon in den Arbeiten 1868/69 nachgewiesen, anzustreben, um jeder Veränderung im Terrain und damit jeder Veränderung der Verhältnisse, unter denen die Anlage geschaffen wurde, vorzubeugen. Die Vergrösserung der einlassenden Fläche ist also möglichst anzustreben. Diese ist leichter zu erreichen durch einzelne Tiefbrunnen, mit durchlassenden Wänden in ihrem unteren Theile, als durch viele kleinen Brunnen, die nur im Boden Wasser einlassen, wie solche im generellen Projekt angenommen waren. Diese Tiefbrunnen sind aber auch um deswillen für diese Anlagen in hiesiger Gegend vorzuziehen, weil sie die Wasserentnahme auf immer tiefere Schichten ausdehnen, also nicht nur immer mehr Schichten des Bassins direkt und gradlinig thätig machen, sondern auch das Wasser immer

tiefer unter der Oberfläche entnehmen, wo es nachgewiesenermassen reiner und auch constanter in der Temperatur ist. Zudem vereinfachen solche Tiefbrunnen die Anlage erheblich, und werden in der Ausführung eher billiger als theurer, als eine grosse Anzahl kleiner Brunnen, besonders wenn die Lokal-Verhältnisse nicht so günstig sind als am Tegelersee, sondern mehr denen am Müggelsee entsprechen*).

Aber noch einen anderen grossen Vortheil bieten einzelne Tiefbrunnen der bezeichneten Construction gegen vielzählige kleine Brunnen alter Art. Indem sie die Entnahme grösserer Wassermengen aus einem Brunnen gestatten, erleichtern sie die Möglichkeit, die Wassergewinnung nach Bedürfniss zu theilen und so viel günstige Punkte als eben nöthig sein würden, rings um die Stadt herum aufzusuchen, ohne an allen diesen Punkten grosse Terrainausdehnungen zu ausgedehnten Brunnenanlagen käuflich erwerben zu müssen. Je nachdem der Ort es gestattet, wird man ein, zwei, drei und mehrere Tiefbrunnen an einer Stelle anlegen, und ihr Wasser den Stadtmaschinen (siehe oben und das generelle Projekt) zuführen. Diese Wasserstationen können mit der Zeit und nach Bedürfniss vergrössert oder vervielfältigt werden, je nachdem das eine oder das andere vortheilhafter ist. Es ist im Prinzip gar kein, in der Behandlung wenig Unterschied, 3 oder 30 solcher Stationen anzulegen, obwohl man selbstredend ihre Zahl beschränken und die einzelnen Stationen möglichst gross machen wird, um in den Rohrleitungen und im Dienstpersonal zu sparen.

Was die Wahl einer richtigen Oertlichkeit für diese Anlagen betrifft, so ist diese, trotz des Zusammenhanges des Untergrundwasser-Bassins in sich, von der grössten Bedeutung, denn das Bassin ist mit den verschiedensten Sanden gefüllt, welche der Bewegung des Wassers ungleichen Widerstand entgegensetzen. Es ist schon oben ausgesprochen worden, dass ein in Kies stehender Brunnen seine einlassende Fläche eigentlich im Umfang der Kiesschicht hat, während bei feineren Sanden diese sich auf seine eigene Aussenfläche reducirt. Stellen mit tief liegenden Kiesschichten, kiesigen Sanden, oder wenigstens groben Sanden sind also allein zu wählen. Dass diese ausgebreitet vorhanden sind, ist durch die Bohrungen nachgewiesen. Liesse sich durch fortgesetzte Arbeiten die Gestaltung der Oberfläche der Diluvialsande und ihre Höhenlage feststellen, wie dies in dem Virchow'schen Bericht über die Kanalisation versucht ist, so würde dies von wesentlichstem Vortheil für die Wahl unserer Oertlichkeiten sein. — Am günstigsten hat sich bisher der Untergrund der Jungfernhaide in weiter Ausdehnung ergeben. Auch vom Müggelsee her bis Rummelsburg findet sich

*) Es ist selbstverständlich, dass diese Tiefbrunnen in ihrem oberen Theil auf eine gewisse Tiefe undurchlässig sein müssen, um die oberen mehr unreinen Zuflüsse abzuhalten.

gutes Terrain, und es dürfte hier nicht bedenklich sein, die Wasserentnahme bis an die diesseitige Grenze des Waldes jenseits Rummelsburg der Stadt zu nähern. Die grosse Lichtung südlich des Vorwerkes Carlshorst (siehe Blatt 1 und 3) scheint ein ganz geeigneter Platz. Die Südseite der Spree ist nicht so günstig, besonders weil sich hier die Wasser der Bohrlöcher mehrfach als schlecht ergeben haben; doch würden sich auch hier günstige Punkte bestimmen lassen, besonders im östlichen, mehr nach Köpenick zu gelegenen Theil.

Die Ergebnisse der Versuchsstation haben aber auch dargethan, dass an Orten, welche in den Bohrlöchern ein ganz vorzügliches Wasser zeigten, bei fortgesetztem Pumpen, Erscheinungen im Wasser auftreten können, welche anrathen, dieselben womöglich zu vermeiden. Obgleich nun am Müggel diese Erscheinungen auf den Einfluss der Infusorien-Ablagerungen im See zurückgeführt worden sind, dem ein von diesen entfernter Ort nicht ausgesetzt wäre, so scheint mir doch Vorsicht geboten. Die in mehreren Wasserproben der Bohrlöcher beobachteten ockerartigen Abscheidungen lassen ähnliche Erscheinungen, selbst von offenen Wasserläufen entfernt, befürchten. Versuche allein können endgültig entscheiden. Nach meiner Anschauung wird jede in Aussicht genommene Lokalität durch einen längeren Versuch zu prüfen sein, ehe man dieselbe zur definitiven Benutzung wählt.

Dies ist umsomehr nöthig, als die oben besprochenen sogenannten Fenne mit ihren Moor- und Torfablagerungen nicht unbeachtet bleiben dürfen. Wenn auch, wie dort angeführt, das Wasser in demselben selbst mehrere Fuss höher steht, als im umliegenden Terrain, und das aus den tieferen Schichten unter ihnen geschöpfte Wasser sich als durchaus rein ergab, so kann doch bei Schaffung einer grösseren Druckdifferenz ein Nachdringen von Fennwasser hervorgerufen werden. Es ist zwar mit ziemlicher Bestimmtheit vorherzusehen, dass die Humusbestandtheile des Torf- und Wiesen-Moores sehr bald die Grundfläche der Fenne mit einer wasserdichten Ablagerung schliessen werden, ähnlich wie dies bei Filterbetten geschieht, dennoch ist dieser Punkt um so weniger ausser Augen zu lassen, als ein vor Kurzem rot. 30 Fuss neben einem Fenn (südlich des Kanals und bei dem neuen Kanalbau) eingesenkter Abyssinischer Brunnen, schlechtes Wasser gab, während doch der Brunnen der neuen Strafanstalt dort, der beträchtlich weiter entfernt ist, und die ganze nicht unbeträchtliche Wassermenge für letztere zu liefern hat, fortwährend ein gutes Wasser giebt. Jedenfalls wird es gut sein, einige Hundert Meter von Fennen und dergl. abzubleiben, was leicht geschehen kann.

Zu den angedeuteten längeren Proben ist nicht eine Versuchsstation, ähnlich der am Müggel anzulegen, es würde eine Locomobile genügen, die leicht von Ort zu Ort transportirt werden kann. Als

Brunnen würde wohl am besten ein 20 bis 24 Zoll weites Rohr aus starkem Eisenblech benutzt werden, das nach beendigtem Versuch ähnlich den Bohrröhren wieder herausgezogen, und immer wieder benutzt werden könnte. Hierzu ist es entsprechend zu construiren. Dasselbe ist ferner unten rot. 5 Fuss hoch mit feinen Löchern zu versehen, welche ähnlich wie die abyssinischen Brunnen aussen mit Drathgaze zu decken sind. Nach dem Einsenken ist dies Rohr im Boden mit Kiesschüttung bis über diese Löcher hinaus gegen Eindringen von Sand von unten her zu sichern. Aus einem solchen Rohr würde sich eine hinreichende Wassermenge entnehmen lassen, um bei einem einige Monat fortgesetztem Betriebe ein sicheres Urtheil zu gewinnen.

Nach anderer Richtung hin halte ich die Fortsetzung der Bohrungen für geboten. Aber unbedingt nothwendig ist dabei die Zuziehung einer geognostischen Kraft. Dieselben müssen nach einem bestimmten System in Angriff genommen und entwickelt werden, unter einer genauen wissenschaftlichen Bestimmung der Schichtungen nach ihrer Zusammensetzung und Höhenlage. Die bisherigen Bohrungen, von denen allen, auch von den 1868/69 ausgeführten, noch die Proben aufbewahrt sind, werden zu den weiteren Bestimmungen den nöthigen Anhalt geben und mit benutzt werden können. Es genügt nicht nach einzelnen Kieslageren zu suchen; und wenn ich auch bestrebt war die Bohrlöcher systematisch zu vertheilen, so sind sie noch zu vereinzelt, und zur Beurtheilung der Resultate gehört ein erfahrener Geognost. Die Natur und Art der Bildung, die Höhenlage der Diluvialschichten zu kennen, ist von Wichtigkeit. Liessen sich Faltungen oder gar Thalbildungen im Diluvium nachweisen, so wäre dies von der grössten Bedeutung.

Eine solche Untersuchung des Untergrundes der Umgegend von Berlin ist aber auch für die beabsichtigte Kanalisation nothwendig. Beide Werke, Kanalisation und Wasserleitung haben hier um so mehr Hand in Hand zu gehen, als erstere ihre Rieselfelder bestimmt haben muss, ehe die andere vorgehen kann, damit sie nicht aus dem unterirdischen Abfluss jener schöpfe!

Die Resultate der diesseitigen Vorarbeiten fassen sich nach dem Vorhergehenden in folgenden kurz zusammen:

1. Die Möglichkeit und Sicherheit, auch sehr bedeutende Wassermengen dem Untergrundwasser in hiesiger Gegend nachhaltig zu entnehmen, darf angenommen werden.
2. Die Umgegend Berlins ist für diese Art der Wassergewinnung sowohl im Osten als Westen der Stadt günstig. Es wird dabei nicht nöthig sein, soweit als in dem generellen Projekt angenommen war, von der Stadt entfernt zu bleiben, noch sich den offenen Wasserläufen und Seen anzuschliessen. Die Einwirkung der letzteren kann sogar, wie die Versuchsstation gezeigt

hat, nachtheilig wirken; es ist also Vorsicht in dieser Beziehung geboten. Bebautes und stark gedüngtes Terrain ist zu vermeiden.

3. Die Qualität des so gewonnenen Wassers wird bei richtiger Wahl und experimenteller Prüfung der Wasserorte eine sehr gute, das Wasser ein von den Einflüssen der Jahreszeit unabhängiges, gleich temperirtes sein.
4. Die Wasserentnahme geschieht nach den bisherigen Erfahrungen am besten aus Tiefbrunnen mit durchlassenden Seitenwänden. Diese können je nach der Lokalität in kleineren oder grösseren Gruppen zusammengelegt und rings um die Stadt vertheilt werden. Die Anlagen haben nicht nöthig lange Linien zu bilden, sondern können in passender Art um die Schöpfmaschine gruppirt werden.
5. Diese Tiefbrunnen brauchen nicht ängstlich den Wasserläufen zu folgen, sondern können auch von diesen entfernter und Gruppenweise angelegt werden. Sie müssen aber in ihrer gegenseitigen Lage der zu Thal gerichteten Bewegung des Untergrundwassers entsprechen, und die hierfür günstigsten Stellen, sowie diejenigen aufsuchen, wo diese Bewegung die stärkste ist.
6. Die einzelnen Brunnen sind möglichst tief und mit entsprechend grosser Einlassfläche anzulegen, um ihnen eine möglichst grosse Wassermenge bei derselben Senkung des Wasserspiegels entnehmen zu können. Diese Senkung des Wasserspiegels ist möglichst klein zu halten und sollte niemals 6 bis höchstens 10 Fuss überschreiten. Das Wasser aus den oberen Terrainschichten ist auszuschliessen.
7. Indem sich so die 3 Seeanlagen des generellen Projektes, siehe die Vorarbeiten 1868/69 und die Vorbemerkungen, in eine Zahl kleinerer Wasserorte aufzulösen, welche aber der Stadt viel näher als jene zu legen sind, bleibt das Grundprinzip jenes Projektes, die Theilung der zu verrichtenden Arbeit, nämlich des Transportes zur Stadt und der Vertheilung in der Stadt bestehen.
8. Die für die neuen Wasserorte im Untergrund günstigsten Punkte sind durch fortgesetzte Bohrungen und Versuche zu ermitteln, welche sich auf das Nord- und Südplateau auszudehnen haben und bei denen die Mitwirkung einer gediegenen geognostischen Kraft nothwendig ist.
9. Die Lage und der Einfluss der Berieselungsfelder der Kanalisation wird bei der schliesslichen Bestimmung der Wasserorte gebührend zu beachten sein. —

Berlin, im März 1873.

Veitmeyer,
Civil-Ingenieur.

VI.

Verzeichniss

der

Anlagen, Zeichnungen und Pläne.

1. Verzeichniss der Anlagen.

Die mit * bezeichneten Anlagen und Pläne sind nicht edirt.

Anlage I.

1. Die atmosphärischen Niederschläge.

a. Tabelle. Die täglichen atmosphärischen Niederschläge vom Juni 1871 bis December 1872.

b. Tabelle. Die monatlichen und jährlichen Niederschläge im unteren Spree- und oberen Havel-Gebiet.

2. Die Wassermengen der Fliesse der Nordseite Berlin's. 1872.

a. Das Tegeler Fliess.
b. Die Panke.
c. Die Wuhle.
d. Das Alt-Landsberger Fliess.
e. Das Bötzsee-Fliess (Fredersdorfer Fliess).

Anlage II.*

Die Fliesse der Nordseite Berlin's.

1. Messungen.
2. Berechnungen.

Anlage III.

Analysen.

1. Analysen der Herren Professoren Dr. Finkener und Müller, betreffend den Ammoniak-Gehalt des Spree-Wassers.
2. Analysen des Herrn Professor Dr. Müller, betreffend die Bodenproben aus dem Müggelsee.
3. Analysen des Wassers des Müggelsees und der Versuchsstation.
4. Analysen der Wasser aus den Bohrlöchern 1872.

Anlage IV*.

1. Die Bohrtabellen der 1872 ausgeführten Bohrungen.
2. Die Wasserstände und Wassermengen der Versuchsstationen am Müggelsee.

Anlage V.

Bericht über die im Januar und Februar 1871 im Müggel- und Tegeler-See vorgenommenen Grundbohrungen.

2. Verzeichniss der Zeichnungen und Pläne.

Blatt	1.	Uebersichtskarte.
„	2.*	Spezial-Karte der Section Tempelhof; Situation der Bohrungen.
„	3.*	Spezial-Karte der Section Köpenick; Situation der Bohrungen und der Versuchsstation.
„	3a.*	Tiefenkarte des Müggelsees. (Siehe Vorarbeiten 1871).
„	4.*	Spezial-Karte der Section Spandau; Situation der Bohrungen.
„	4a.*	Tiefenkarte des Tegelersees. (Siehe Vorarbeiten 1871).
„	5.	Spezial-Karte der Fliesse der Nordseite.
„	6.	Darstellung der Bohrungen zwischen Rahnsdorf und Rummelsburg.
„	7.	„ „ „ in der Jungfernheide.
„	8.	„ „ „ südlich der Spree zwischen Berlin und Köpenick.
„	9.	Die Versuchsstation am Müggelsee. Situation.
„	10/14.	Darstellung der Betriebs-Resultate der Versuchsstation am Müggelsee.
„	10.	Periode 1 bis 8.
„	11.	Periode 8 bis 1—14.
„	12.	Periode 15 bis 20a.
„	13.	Profile von Süd nach Nord.
„	14.	Profile von Ost nach West.
„	15.	Graphische Darstellung der Wasserstände der Spree und Havel in den Jahren 1869 bis 1872.
„	16.	Graphische Darstellung der Wassermengen der Spree in den Jahren 1851/67 bis 1872.

Anlage I.

1. Atmosphärische Niederschläge.

a.

Zusammenstellung

der

täglichen atmosphärischen Niederschläge

in

Berlin

Juni 1871 bis December 1872.

(Die Höhe der Niederschläge ist in Pariser Linien angegeben.)

1871.

Tag.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.
1	—	3,30	—	—	—	—
2	—	—	—	1,25	0,25	0,48
3	1,42	—	—	3,35	—	1,83
4	—	0,72	6,97	7,48	0,60	0,68
5	—	0,70	—	—	—	0,30
6	0,65	—	—	—	—	0,87
7	—	0,60	—	—	—	—
8	—	—	—	1,40	0,10	—
9	—	—	—	1,03	--	1,85
10	4,48	—	—	—	0,07	3,63
11	9,77	—	—	0,75	—	—
12	—	—	—	—	0,05	—
13	—	—	—	—	—	0,72
14	—	—	—	—	—	—
15	—	2,25	—	—	—	—
16	0,04	—	—	—	0,90	0,35
17	—	—	—	—	0,52	—
18	—	—	—	—	0,15	—
19	0,09	1,15	0,18	—	0,07	—
20	4,29	0,72	0,16	—	—	1,02
21	—	—	—	—	—	1,10
22	—	—	1,84	0,92	—	1,30
23	—	—	—	—	—	—
24	3,24	—	1,67	—	1,10	—
25	—	0,18	6,12	—	3,37	--
26	2,12	0,07	0,18	—	—	—
27	6,96	0,40	—	—	0,38	—
28	0,17	—	0,45	0,35	0,38	—
29	—	0,20	—	—	—	—
30	—	—	0,21	—	1,97	—
31	—	—	—	—	—	—
Summa	33,23	10,29	17,78	16,53	9,53	14,13

1872.

Tag.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
1	0,575	—	1,30	0,925	—	—
2	—	—	2,175	0,125	—	0,425
3	0,05	—	—	0,075	—	6,40
4	—	—	—	—	1,20	—
5	2,425	—	—	—	—	0,775
6	1,550	—	—	0;25	0,40	0,150
7	0,40	—	—	—	0,425	0,875
8	—	—	—	—	0,125	0,975
9	1,30	—	—	4,50	—	—
10	1,95	0,175	—	0,525	4,65	1,725
11	—	—	—	—	6,75	1,75
12	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	0,4	0,125
14	—	—	—	—	—	—
15	5,55	—	0,15	—	—	—
16	0,60	—	—	0,50	0,60	—
17	—	4,45	—	0,925	0,70	—
18	—	—	0,40	1,15	0,675	—
19	1,125	—	1,55	0,175	—	0,20
20	—	—	1,725	0,15	4,65	—
21	—	—	0,225	—	0,35	—
22	—	0,85	0,30	10,95	1,55	0,35
23	—	—	—	—	—	1,025
24	—	0,20	1,35	1,00	0,375	—
25	2,20	0,075	0,50	—	0,45	—
26	—	—	0,675	—	—	—
27	2,25	—	—	—	—	0,25
28	—	—	0,60	—	—	1,75
29	—	—	3,65	—	—	0,475
30	—	—	0,025	1,60	—	1,00
31	2,10	—	—	—	—	—
Summa	19,825	8,00	14,625	22,85	23,30	18,25

1872.

Tag.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.
1	0,1	—	0,45	—	2,175	1,25
2	0,65	—	—	—	—	—
3	0,35	0,175	—	—	—	0,325
4	—	—	—	—	0,30	—
5	—	0,125	—	2,125	0,40	5,325
6	—	1,00	—	—	3,90	—
7	—	—	—	—	—	0,55
8	—	5,225	0,95	—	—	2,50
9	2,192	0,125	—	—	0,50	2,10
10	0,183	—	—	0,525	2,50	—
11	—	—	0,225	0,10	0,35	1,15
12	0,342	0,50	0,175	4,10	1,45	0,675
13	0,025	—	2,575	—	6,80	—
14	2,183	—	4,25	—	—	0,075
15	0,40	—	0,10	—	4,05	—
16	3,733	—	1,475	6,925	1,425	2,55
17	0,025	—	0,50	—	1,90	1,225
18	—	0,05	—	—	—	0,40
19	—	0,825	—	—	0,825	—
20	—	0,075	—	—	0,125	—
21	—	0,05	0,175	—	0,70	—
22	—	—	0,55	0,55	—	1,00
23	—	—	0,55	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	1,55	—	—
26	—	—	0,05	—	2,20	—
27	—	1,475	0,725	—	0,925	—
28	—	0,75	1,20	—	0,875	—
29	0,517	—	2,30	6,15	3,275	—
30	—	0,10	—	1,725	1,40	—
31	0,042	—	—	3,50	—	—
Summa	10,742	10,475	16,250	27,250	36,24	19,125

b.

Zusammenstellung

der

monatlichen und jährlichen atmosphärischen Niederschläge

im Spree- und oberen Havel-Gebiet

in

den Jahren 1848 bis 1873.

(Die Höhe der Niederschläge ist in Pariser Linien angegeben.)

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr Zoll.	Anzahl der beobachteten Jahre.
I. Marnitz.														
im Mittel bis 1868	24,57	23,72	16,13	20,39	16,00	19,63	34,78	15,08	19,47	13,24	27,81	32,56	21,95	3, davon 2 über, 1 unter dem Mittel.
1868	32,40	36,55	26,31	28,89	2,90	19,79	14,44	20,37	13,28	26,28	20,96	64,53	25,56	
1869	14,46	28,01	10,56	4,48	23,98	35,85	8,13	30,12	24,81	33,37	49,17	27,46	24,20	
1870	12,12	4,39	8,65	13,30	10,37	34,73	25,76	74,04	18,85	35,10	12,78	11,22	21,78	
1871	2,47	22,38	5,16	31,63	21,07	71,84	27,26	37,57	24,39	6,90	9,85	24,33	23,74	
1872	14,29	6,83	17,56	18,63	22,72	18,38	15,58	12,95	28,13	24,45	37,29	19,98	19,73	
1873	23,06	4,71	21,89	7,92	29,86	18,24	43,83	50,18	29,13	16,91	14,23	15,29	22,94	
II. Prenzlau.														
im Mittel bis 1868	9,79	8,84	11,96	12,10	18,18	24,74	26,02	23,12	11,73	10,68	10,30	11,25	14,89	12, davon 4 über, 8 unter dem Mittel.
1857	4,48	3,06	11,92	31,54	4,65	7,88	23,53	34,18	14,26	7,38	7,48	13,06	13,62	
1868	17,45	12,89	10,30	17,63	1,58	8,26	22,71	22,53	12,53	13,81	16,94	40,18	16,40	
1869	8,46	12,82	13,38	5,90	18,94	14,03	12,21	24,83	18,15	19,09	32,56	36,93	18,11	
1870	7,58	1,83	9,58	7,71	11,40	19,68	21,07	60,07	14,87	32,53	8,26	15,05	17,47	
1871	8,53	12,37	9,19	10,42	13,70	35,69	40,43	7,88	13,89	5,07	5,55	9,25	14,33	
1872	9,28	6,83	16,48	21,72	28,35	19,81	17,68	10,99	19,93	23,09	34,13	9,52	18,15	
1873	8,33	2,54	16,08	7,93	21,51	18,10	32,05	17,23	13,82	10,64	13,55	15,53	14,78	
III. Berlin.														
im Mittel bis 1868	16,81	19,68	17,31	19,94	23,77	33,28	35,01	26,36	17,12	16,31	18,94	21,69	22,19	20, davon 13 über, 7 unter dem Mittel.
1857	12,80	5,00	11,28	25,33	7,20	13,82	21,04	15,97	6,98	11,72	10,44	19,46	13,42	
1868	23,71	23,85	22,13	31,53	3,06	7,81	31,71	14,05	15,22	14,00	30,15	46,16	21,95	
1869	11,36	18,06	10,91	6,64	17,00	21,49	11,41	46,22	29,63	22,63	45,15	27,23	22,31	
1870	15,60	5,73	15,30	10,40	22,96	34,75	25,51	68,36	22,62	59,21	12,31	22,78	26,29	Mittel von 25 Jahren = 22,13 Zoll.
1871	14,96	23,22	8,58	27,65	16,18	61,05	33,85	10,30	17,78	16,53	9,55	14,13	21,15	
1872	19,83	8,00	14,63	22,85	23,00	18,25	10,74	10,48	16,25	27,25	36,24	19,13	18,91	
1873	10,93	5,40	19,05	6,40	23,30	21,58	40,93	19,03	19,85	13,80	18,05	21,30	18,30	
IV. Frankfurt a. O.														
im Mittel bis 1868	13,32	14,88	14,20	17,86	22,80	28,62	30,91	28,77	15,46	13,78	17,24	16,16	19,50	20, davon 13 über, 7 unter dem Mittel.
1857	8,67	2,45	7,36	22,31	4,89	3,58	28,04	23,92	22,45	7,37	6,98	16,25	12,86	
1868	12,42	24,72	14,86	25,01	3,72	15,41	22,03	21,18	5,67	15,57	26,42	44,12	19,26	

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr Zoll.	Anzahl der beobachteten Jahre.
1869	5,61	16,57	11,52	12,09	24,03	26,92	8,47	22,46	19,93	26,68	37,02	33,01	20,36	
1870	8,24	5,00	13,01	7,33	12,25	37,15	35,65	44,78	15,16	37,50	4,62	19,29	20,00	
1871	8,10	19,12	5,26	23,33	12,92	31,47	30,20	9,67	8,06	15,07	5,18	10,97	14,95	
1872	5,51	6,80	14,05	37,39	14,78	24,00	13,85	13,92	12,90	14,98	27,02	19,35	17,05	
1873	7,70	5,88	25,72	7,11	29,13	12,38	32,01	25,07	19,73	14,94	24,76	13,87	17,36	

V. Lübbenow.

im Mittel bis 1868	12,80	12,74	13,50	16,71	18,13	24,73	31,98	29,70	14,98	15,25	12,85	16,27	18,30	12, davon 7 über, 5 unter dem Mittel.
1857	3,72	4,15	11,92	37,59	8,12	10,12	26,25	47,37	7,62	8,62	10,03	11,80	15,61	
1868	15,63	19,70	15,94	29,07	2,90	7,24	11,06	17,95	13,37	16,04	18,78	42,33	17,50	
1869	12,97	11,53	3,61	11,93	18,48	10,11	15,07	31,48	21,18	17,45	34,54	24,32	17,72	
1870	6,27	1,24	8,36	8,20	14,61	20,98	33,94	66,68	22,03	35,67	6,47	15,13	19,96	
1871	7,12	11,09	5,66	18,68	17,03	34,88	33,88	11,42	15,24	7,63	6,08	9,23	14,83	
1872	8,28	3,94	15,77	16,65	31,44	11,85	26,03	15,23	16,81	23,25	28,90	10,96	17,43	
1873	7,61	0,58	17,63	7,53	25,46	18,28	37,34	18,45	13,06	10,03	14,43	15,57	15,50	

VI. Bautzen.

im Mittel bis 1868	11,16	14,71	15,06	18,07	24,69	22,75	42,46	19,32	17,70	13,57	14,28	12,56	18,86	4, davon 2 über, 2 unter dem Mittel.
1868	12,09	14,61	12,30	27,24	4,57	15,02	25,02	23,29	2,67	28,23	31,29	29,26	18,80	
1869	5,05	16,42	10,20	18,95	27,83	54,43	7,46	23,52	18,41	16,46	39,18	25,08	21,92	
1870	10,62	1,97	16,99	15,61	11,20	45,74	28,42	41,53	20,53	27,48	5,09	21,97	20,60	
1871	6,39	13,24	6,64	28,92	21,58	40,03	38,96	19,01	12,98	16,38	13,92	2,98	18,42	
1872	2,97	9,30	8,63	45,87	47,07	22,74	17,25	20,97	16,31	17,69	20,14	11,70	20,05	
1873	8,69	5,49	24,97	11,49	23,19	45,97	14,29	23,02	17,72	25,54	19,06	9,82	19,10	

VII. Görlitz.

im Mittel bis 1868	15,14	20,06	16,50	19,49	27,61	34,33	39,09	38,99	24,22	15,80	19,09	17,73	24,00	20, davon 11 über, 9 unter dem Mittel.
1857	8,46	6,58	11,04	22,04	5,35	5,40	44,01	39,79	22,60	4,74	7,24	13,06	15,86	
1868	14,41	27,23	22,49	31,15	13,51	15,43	16,20	30,01	5,81	27,20	29,44	31,96	22,07	
1869	6,97	22,40	20,44	17,25	34,07	53,21	10,28	28,85	21,06	26,49	43,31	27,65	26,00	
1870	12,72	1,97	13,73	21,81	14,04	43,09	22,35	52,87	26,29	33,84	8,53	27,52	23,23	
1871	6,62	21,53	9,70	29,45	21,96	47,79	41,21	6,45	12,45	17,81	12,48	8,67	19,68	
1872	4,47	8,27	16,38	36,76	43,83	31,72	14,87	34,48	18,41	23,24	23,40	15,25	22,59	
1873	7,52	18,26	4,74	10,15	41,28	16,36	15,18	41,65	25,08	29,60	30,40	14,59	21,24	

2. Wassermengen der Fliesse der Nordseite.

Lau-fende Nr.	Datum der Messung.		Wassermengen.		Wasserstände.					
			Tagesmittel Am Tage der Messung.	Arbeits-zeit in Stunden.	Havel in Spandau.				Spree in Berlin.	
					Ober-wasser.		Unter-wasser.		Ober-wasser.	Unter-wasser.
	Monat.	Tag.	Cbfss. pro Sek.		Fuss	Zoll.	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll
	1871.											
1	November	13	6,66	12	8	5	3	—	7	3	3	3
2	Dezember	19	14,78	16	8	2	3	10	7	1	3	8
	1872.											
3	Januar	8	6,04	15	8	6	3	4	7	5	3	3
4	„	27		10	8	6			7	4	3	6
5	Februar	21	6,82	10	8	6			7	4	3	4
6	März	22	10,11	8	3	4	0	8	8	0	4	0
7	April	25	9,36	8	0	4	2	8	8	0	4	8
8	Mai	27	4,88	8	0	10	2	10	7	8	3	8
9	Juni	11		9	0	3	2	3	7	8	3	8
10	„	29		7	0	3	0	7	8	0	3	10
11	Juli	29		6	0	10	2	4	6	8	2	3
12	August	29		6	8	1	3	6	4	1	3	8
13	September	13		6	9	1	3	8	6	3	1	9
14	October	28	6,77	16	7	3	1	11	6	5	2	1

a.

Das Tegeler Fliess

beobachtet

an der Mühle zu Tegel.

Laufende №	Datum der Messung. Monat.	Tag.	Wassermengen. Tagesmittel am Tage der Messung. Cbfss. pro Sek.	Arbeitszeit in Stunden.	Wasserstände. Havel in Spandau. Oberwasser. Fuss	Zoll.	Unterwasser. Fuss	Zoll	Spree in Berlin. Oberwasser. Fuss	Zoll	Unterwasser. Fuss	Zoll
	1871.											
1	November	13	6,66	12	8	5	3	—	7	2	3	3
2	December	19	14,73[1])	16	8	2	2	10	7	1	3	3
	1872.											
3	Januar	8	6,04	15	8	6	3	6	7	5	3	5
4	„	27	7,97	15	8	6	3	6	7	5	3	6
5	Februar	21	5,82[2])	16	8	6	3	6	7	4	3	4
6	März	22	10,11[3])	24	8	3	4	0	8	0	4	6
7	April	22	9,56	24	8	0	4	2	8	0	4	8
8	Mai	27	4,88	18	7	8	3	10	7	8	3	8
9	Juni	11	[4])		7	5	3	3	7	3	3	2
10	„	29			7	3	3	0	7	0	2	10
11	Juli	29			6	10	2	4	6	8	2	2
12	August	29			6	8	1	9	6	4	1	8
13	September	13			6	9	1	8	6	3	1	9
14	October	23	6,77	16	7	5	1	11	6	5	2	1

Anmerkungen.

1) Nach längerem Frost herrschte seit einigen Tagen Thauwetter, das momentan grössere Wassermengen brachte; vorher Wassermangel.

2) Bei dem im Laufe des Februar ab- und zu eintretenden Thauwetter soll der Freischütz dementsprechend gezogen worden sein.

3) Im März soll der Freischütz öfter gezogen worden sein (siehe Anmerkung 3 bei dem Bötz-Fliess).

4) Von Anfang Juni bis Mitte October hat die Mühle nur in Dampf gearbeitet. Das Wasser wurde gestaut und nur bei zu hohem Anwachsen durch den Freischütz abgelassen. Vom 14. bis 20. October arbeitete die Mühle nur einen Tag um den andern und erst von da ab täglich.

Eine Bestimmung der Wassermenge während des Nichtarbeitens der Mühle von Juni bis Ende October war nicht möglich.

5) Das Fliess führte am 24. Februar 1869 = 6,33 Cbkfss. Wasser,
„ 22. Mai 1869 = 5,04 „ „

Bemerkungen.

a) Da bei den Fliessen hiesiger Gegend die Wassermengen bei Regen und bei Schneeschmelzen sehr rasch anwachsen, aber auch ebenso rasch abnehmen, auch die Arbeitszeiten jedenfalls sehr reichlich angegeben sind, so sind die nebenstehenden Wassermengen als sehr reichliche Tagesmittel zu bezeichnen.

b) Nach den bei Schluss der Arbeit mit Ende Mai und Wiederbeginn derselben im October bestimmten Wassermengen scheint die Mühle mit weniger als 5 Cbkfss. Tagesmittel nicht mehr mit Vortheil arbeiten zu können.

c) Die im December gemessene Wassermenge war durch das Thauwetter nur für ganz kurze Zeit hervorgerufen, wie die Bemerkung dazu und die Aussagen des Müllers besagen. November und December 1871 hatten, wie die Regentabellen (siehe Anlage I.) nachweisen, sehr geringe Niederschläge gebracht. — Die grössere Wassermenge der zweiten Messung im Januar kann dagegen auf einen anhaltend gesteigerten Abfluss deuten, da im Januar stärkere Regen vorgekommen sind. Der Februar war aussergewöhnlich arm an Niederschlägen.

d) Die niedrigen Wasserstände haben bis Ende October angehalten und sind im October von Köpenick bis Spandau auch im Monatsmittel die kleinsten gewesen, mit Ausnahme im Unterwasser an der Schleuse zu Spandau, das rot. 1 Zoll höher war als im September. Dem entsprechend und den Messungen in den übrigen Fliessen analog, wird auch im Tegeler Fliess die Wassermenge bis in den October hinein abgenommen haben, und da erst Mitte October die Arbeit wieder aufgenommen werden konnte, und zwar nur einen um den andern Tag, so ergiebt dies höchstens wohl zu dieser Zeit 5 bis 6 Cbkfss. für 2 Tage (siehe Anmerkung b. und Wassermenge Ende Mai) oder $2\frac{1}{2}$ bis 3 Cbkfss. pro Tag; hiernach und den Wasserstands-Beobachtungen an den übrigen Fliessen entsprechend, dürften, da im Juni auch nicht einmal einen Tag um den andern gearbeitet werden konnte wie im Anfang October, wohl als Maximum für die Monate Juni bis October anzunehmen sein: 3—$2\frac{1}{2}$; 2—$1\frac{1}{2}$ Cbkfss. und im October 1.—14. = 2; 14.—20. = 3 Cbkfss.

Für die übrigen Monate ergiebt sich das Monatsmittel annähernd aus den gemessenen Wasserständen, indem man für jede Periode das Mittel aus den zu Anfang und Ende derselben gemessenen Mengen nimmt, und dabei die Anmerkungen zu den Messungen, sowie die vorstehenden Bemerkungen berücksichtigt. Dies Resultat ist als ein sehr hohes zu bezeichnen, da vielfach Tage lang, besonders Sonntags, nicht gearbeitet, und das aufgestaute Wasser in den folgenden Arbeitstagen allmälig mit abgearbeitet worden ist. Diese Tage wären also eigentlich abzurechnen, doch soll dies, um für den vorliegenden Zweck eher ungünstig als günstig zu rechnen, nicht geschehen.

Das Fliess hat dann durchschnittlich geführt:

im November	7,0	Cbkfss.,
„ December	8,0	„
„ Januar	7,0	„
„ Februar	6,0	„
„ März	9,0	„
„ April	10,0	„
„ Mai	7,0	„
„ Juni	3,0	„
„ Juli	2,5	„
„ August	2,0	„
„ September	1,5	„
„ October	4,0	„
Zusammen . .	67	Cbkfss. oder im Jahresdurchschnitt
rot.	5,6	„ pro Sekunde.

b.

Die Panke

gemessen an der

Mühle auf dem Gesundbrunnen.

Laufende №	Datum der Messung. Monat	Tag	Wassermenge. Tagesmittel. Arbeits-schicht. Cbfm. pro Sekunde.	Tagesmittel. Ertrinkt. Cbfm. pro Sekunde.	Tagesmittel. Trieb-grahen. Cbfm. pro Sekunde.	Tagesmittel. In Summa Cbfm. pro Sekunde.	Arbeitszeit. Stunden.
	1871.						
1	September	mittel.	—	—	0	1,50[1])	—
2	October	mittel.	—	—	0	2,78[2])	—
3	November	13	6,57	—	0	6,57	18
4	December	19	10,37	—	1	11,37[3])	18
	1872.						
5	Januar	8	7,92	3,76	0,72	12,6	14
6	„	27	7,93	3,39	0,6	11,93	18
7	Februar	21	10,17	—	0,83	11,00	24
8	März	22	14,44	1,59	0,56	16,03[4])	24
9	April	22	13,75	—	0,41	14,16	24
10	Mai	27	11,98	—	0,42	12,40[5])	18
11	Juni	15	3,69	—	—	3,69	8
12	„	26	2,99	—	—	2,99[6])	6—8
13	Juli	3	0,856	—	—	0,856	3 Stunden in 3 Tagen
14	August	26	0,571	—	—	0,571	3 à 4 Stunden in 3 Tagen
15	September	13	0,241	—	—	0,241[7])	3 Stunden in 3 Tagen
16	October	23	2,25	—	—	2,25[8])	6 à 8

Anmerkungen.

1) Nach Angaben des Müllers berechnet.

2) Nach lang angehaltenem Frost seit einigen Tagen Thauwetter; während dessen hatte die Mühle wegen Wassermangel nur wenig und unregelmässig arbeiten können.

3) Nach anhaltendem Thauwetter, siehe auch Anmerkung 2.

4) In der ersten Hälfte des März soll bei voller Arbeit der Mühle der Frischgutz gegen sein (siehe Anmerkung 3 bei dem Bote-Fliess).

5) In den ersten Wochen des Mai soll das Fliess sehr wenig Wasser geführt haben; vom 24. April bis 10. Mai war kein stärkerer Regen gefallen.

6) Vor der Messung war nach beständigem Stau erst eine Strecke gearbeitet, so dass die Messung als eine verhältnissmässig zu grosse anzusehen ist. Am 23. Juni hatte ein starker Gewitterregen stattgefunden, nach welchem das Fliess einige Tage mehr Wasser brachte als vor- und nachher.

7) Im September arbeitete die Mühle gar nicht. Von Mitte September ab soll sich der Wasserzufluss allmälig gehoben haben, bis Mitte October 6—8 Stunden gearbeitet werden konnte.

8) Die Panke führte am 22. Mai 1869 = 2,03 Cbfss. Wasser.

Laufende №	Datum der Messung. Monat.	Tag.	Wassermengen. Tagesmittel. Arbeitsschütz. Cbkfss. pro Sekunde.	Freischütz. Cbkfss. pro Sekunde.	Freigraben. Cbkfss. pro Sekunde.	In Summa Cbkfss. pro Sekunde.	Arbeitszeit. Stunden.
	1871.						
1	September	mittel.	—	—	0	1,50 [1])	—
2	October	mittel.	—	—	0	2,73 [2])	—
3	November	13	6,57	—	0	6,57	18
4	December	19	10,37	—	1	11,37 [3])	18
	1872.						
5	Januar	8	7,92	3,76	0,92	12,6	14
6	„	27	7,93	3,39	0,6	11,92	18
7	Februar	21	10,17	—	0,83	11,00	24
8	März	22	14,44	—	1,59	16,03 [4])	24
9	April	22	13,75	—	0,41	14,16	24
10	Mai	27	11,98	—	0,42	12,40 [5])	18
11	Juni	15	3,69	—	—	3,69	8
12	„	26	2,99	—	—	2,99 [6])	6—8
13	Juli	9	Monatsmittel. 0,856	—	—	0,856	3 Stunden in je 2 Tagen.
14	August	26	0,571	—	—	0,571	3 à 4 Stunden in 2 Tagen.
15	September	13	0,241	—	—	0,241 [7])	In 6 Tagen je 3 Stunden.
16	October	23	2,25	—	—	2,25	6 à 8

Anmerkungen.

1) Nach Angaben des Müllers berechnet.
2) Nach lang angehaltenem Frost seit einigen Tagen Thauwetter; während des Frostes hatte die Mühle wegen Wassermangel nur wenig und unregelmässig arbeiten können.
3) Nach anhaltendem Thauwetter, siehe auch Anmerkung 2.
4) In der ersten Hälfte des März soll bei voller Arbeit der Mühle der Freischütz gezogen sein (siehe Anmerkung 3 bei dem Bötz-Fliess).
5) In den ersten Wochen des Mai soll das Fliess sehr wenig Wasser geführt haben; vom 24. April bis 10. Mai war kein stärkerer Regen gefallen.
6) Vor der Messung war nach 5stündigem Stau erst eine Stunde gearbeitet, so dass die Messung als eine verhältnissmässig zu grosse anzusehen ist. Am 23. Juni hatte ein starker Gewitterregen stattgefunden, nach welchem das Fliess einige Tage mehr Wasser brachte als vor- und nachher.
7) Im September arbeitete die Mühle gar nicht. Von Mitte September ab soll sich der Wasserzufluss allmälig gehoben haben, bis Mitte October 6—8 Stunden gearbeitet werden konnte.
8) Die Panke führte am 22. Mai 1869 = 2,03 Cbkfss. Wasser.

Wasserstände.								Bemerkungen.
Havel in Spandau.				Spree in Berlin.				
Ober-wasser.		Unter-wasser.		Ober-wasser.		Unter-wasser.		
Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	
7	6,93	3	0,30	7	3,00	3	1,37	Die durchschnittlichen Wassermengen der Panke sind sehr schwer zu bestimmen, da dieses Fliess vor allen übrigen darin wechselt, rasch anschwillt und eben so rasch wieder fällt; die obigen Anmerkungen im Vergleich mit den Messungen bestätigen dies. Beachtet man, dass der November und December 1871 und vor allem der Februar 1872 viel weniger Niederschläge gebracht haben, als der 20jährige Durchschnitt dieser Monate, der November nur rot. ½, December nicht voll ¾, der Februar kaum ⅔, so werden die folgenden durchschnittlich angenommenen Wassermengen schon im Allgemeinen sehr reichlich erscheinen. Zieht man aber noch in Betracht, dass die Mühle auch in den Monaten, wo dies nicht bemerkt ist, sicherlich nicht täglich gearbeitet hat, und mit Ausnahme des März dann wohl alles Wasser angesammelt und in der Arbeitszeit verbraucht hat, so sind die folgenden Wassermengen sicherlich als sehr reichliche durchschnittliche anzusehen:
7	10,39	2	9,90	7	2,90	2	9,90	
8	5	3	—	7	2,00	3	3,00	
8	2	2	10	7	1,00	3	3,00	
8	6	3	6	7	5	3	5	
8	6	3	6	7	5	3	6	
8	6	3	6	7	4	3	4	
8	3	4	0	8	0	4	6	
8	0	4	2	8	0	4	8	
7	8	3	10	7	8	3	8	
7	5	3	4	7	2	2	11	
7	3	3	0	7	0	2	10	
6	10	2	4	6	8	2	2	
6	7	2	0	6	5	1	9	
6	9	1	8	6	3	1	9	
7	5	1	11	6	5	2	1	

im November . . . . 5 Cbkfss.
„ December . . . . 6 „
„ Januar . . . . . 6 „
„ Februar . . . . . 8 „
„ März . . . . . 17 „
„ April . . . . . 14 „
„ Mai . . . . . 7 „
„ Juni . . . . . 3,5 „
„ Juli . . . . . 0,9 „
„ August . . . . . 0,6 „
„ September . . . . 0,3 „
„ October . . . . . 2,5 „

Zusammen 70,8 Cbkfss. oder
durchschnittlich 5,9 bis 6 Cbkfss. pro Sekunde.

C.

Die Wuhle.

Laufende №	Datum der Messung.		Wassermengen.			Wasser-	
			Unterhalb der Berlin-Frankfurter Eisenbahn.	Oberhalb der Berlin-Frankfurter Eisenbahn.	Unterhalb der Chausseebrücke bei Kaulsdorf.	Dahme bei Köpenick.	
	Monat.	Tag.	Cbkfss. pro Sek.	Cbkfss. pro Sek.	Cbkfss. pro Sek.	Fuss	Zoll
	1871.						
1	October	18	—	—	1,716	2	6
2	„	26	3,245	—	—	2	5
3	December	6	—	2,730	—	2	7
	1872.						
4	Januar	12	—	5,092	—	2	9
5	Februar	9	—	5,890	—	2	7
6	März	9	—	6,880	—	3	2
7	April	5	—	7,704	—	3	7
8	Mai	4	—	3,404	—	3	6
9	Juni	8	—	2,157	—	3	0
10	„	27	—	1,0,35 [1])	—	2	4
11	Juli	18	—	0,526	—	2	0
12	August	24	—	0,390 [2])	—	1	6
13	September	13	—	—	—	1	5
14	October	21	—	1,310	—	1	7

Anmerkungen.

1) Seit dem 22. Juni sehr grosse Hitze.

2) Ende Juli und im August führte die Wuhle in ihrem oberen Bette in der Höhe von Kiekmahl kein Wasser, erst nach Mitte September nahm dasselbe langsam zu nach einigen stärkeren Regenfällen.

3) Die Wuhle führte an der Chausseebrücke bei Kaulsdorf
am 21. November 1868 = 2,66 Cubikfuss.
„ 8. Mai 1869 = 1,15 „

stände.				
Spree in Berlin.				Bemerkungen.
Oberwasser.		Unterwasser.		
Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	
7	3	3	0	In Bezug auf die Einflüsse der Witterung siehe die Anmerkungen bei dem Tegeler- und Bötz-Fliess.
7	1	3	0	
7	5	3	9	Da die Messungen meist bald nach den stärkeren oder anhaltenderen Regenfällen gemacht wurden, so sind die Wassermengen als sehr reichliche zu bezeichnen, und die folgenden Durchschnittszahlen stellen den stattgehabten Abfluss des Fliesses eher zu gross als zu klein dar:
7	6	3	7	
7	6	3	7	
7	11	4	2	
8	3	4	10	
8	1	4	7	
7	4	3	4	
7	0	2	10	
6	9	2	6	
6	5	1	10	
6	3	1	9	
6	5	2	1	

im	November	3,0 Cbkfss.
„	December	3,9 „
„	Januar	5,1 „
„	Februar	6,5 „
„	März	7,2 „
„	April	5,5 „
„	Mai	2,8 „
„	Juni	1,6 „
„	Juli	0,8 „
„	August	0,4 „
„	September	0,2 „
„	October	1,0 „
	Zusammen	38,0 Cbkfss. oder

durchschnittlich = 3,2 Cbkfss. pro Sekunde.

d.

Das Alt-Landsberger Fliess.

Laufende Nummer.	Datum der Messung. Monat.	Tag.	Wassermengen. Die beiden Arme vor der Mündung in die Spree. Westlicher Arm unterhalb d. Papiermühle. Cbkfss.	Oestlicher Arm unterhalb der Brücke. Cbkfss.	In Summa. Cbkfss.	Oberhalb der Berlin-Frankfurter Eisenbahn. Direkte Messung. Cbkfss.	Tagesmittel nach der Arbeitszeit d. Heidemühle reducirt. Cbkfss.	Ueberfall an der Ravensteiner Mühle. Cbkfss.	Heidemühle. Tagesmittel. Cbkfss.	Arbeitszeit. Cbkfss.	An der Chausseebrücke b. Dahlwitz. Cbkfss.
	1871.										
1	October	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	„	26	—	—	—	18,20	12,14	—	—	16	12,743
3	Novbr.	24	—	—	—	17,61	11,74	—	9,971	16	11,57
4	Decbr.	6	7,61	0	7,61	10,95 [1]	2,74	7,197	4,046 [3]	16	10,865
	1872.										
5	Januar	13	2,04	7,35	9,39	4,63 [4]	—	3,206	6,459 [4]	?	—
6	Februar	8	6,70 [2]	—	6,70	17,26	12,95	—	13,863	18	—
7	März	8	—	—	—	— [8]	—	—	17,036 [4a]	24	—
8	„	9	14,6	0,7	15,3	16,64 [5]	—	—	—	24	—
9	April	5	18,845 (?)	2,063	20,908 (?)	14,520 [6]	14,520	—	Freischütz gezogen.	0	—
10	Mai	4	9,518	—	9,518	11,894	5,947	—	—	12 [7]	—
11	Juni	8	7,218	1,796	9,014	8,572 [8]	5,367	—	—	15	—
12	„	27	7,359	—	7,359	8,033	2,677	—	4,378	8	—
13	Juli	18	—	—	—	5,175 [9]	1,294	—	3,250	6	—
14	August	24	2,866	2,530	5,396	7,067	1,767	—	—	6 [10]	—
15	Septbr.	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	Octbr.	21	—	—	—	11,582	6,273	—	7,396	13	—

Anmerkungen.

1) Am 14. December stand das Wasser in dem gemessenen Profil rot. 7″ höher, was einen zeitweisen durch Thauwetter veranlassten Zufluss von rot. 20 Cbkfss. ergeben würde.
2) Die Freischützen der Papiermühle, welche diesen Arm beherrscht, aber nicht mehr die Wasserkraft benutzt, waren seit längerer Zeit so hoch gezogen, dass das Wasser freien Abfluss hatte.
3) Die Mühle hatte Nachts zuvor gestaut; während der Messung nur sehr geringer Schützenzug.
4) Die Heidemühle soll wochenlang Tag und Nacht gearbeitet haben, staute die letzte Nacht und arbeitete seit 3 Stunden mit geringem Schützenzug!
4a) Bei anhaltender Tag- und Nachtarbeit der Mühle.
5) Nach den Beobachtungen am Merkpfahl im Profil hat während der starken Arbeit der Heidemühle in dieser Zeit ein Schwanken des Wasserstandes stattgefunden, der mitunter den der Messung um einige Zoll überstiegen hat, und mag das Fliess demnach zeitweise bis über 20 Cbkfss. geführt haben.
6) Die Heidemühle arbeitet seit Anfang April nicht und floss dort das Wasser durch den Freischützen ab.
7) Seit Anfang Mai arbeitet die Mühle nur 12 Stunden täglich.
8) Siehe die Anmerkungen 3 und 4 bei dem Bötzfliess.
9) Starker Wind gegen die Stromrichtung verhinderte den Schwimmer schnell zu schwimmen, die Messung daher zu gering.
10) Arbeitszeit der Mühle während des ganzen Augustes 6 Stunden täglich.
11) Das Fliess führte an der Chausseebrücke bei Dahlwitz
am 21. November 1868 = 9,96 Cbkfss.
„ 8. Mai 1869 = 6,14 „

Wasserstände.						Bemerkungen.
Dahme bei Köpenick.		Spree in Berlin.				
		Oberwasser.		Unterwasser.		
Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	
2	6	7	3	3	0	Ueber den Einfluss der Witterung, besonders des Frost- und Thauwetters, siehe das bei dem Tegeler Fliess, der Panke und Wuhle und dem Bötz-Fliess gesagte. Die Schwierigkeit der Wasserbestimmung in den von Mühlen beherrschten Fliessen tritt bei dem obigen schon aus einem Vergleich der zu fast gleicher Zeit an den verschiedenen Stellen gemessenen Wassermengen hervor. Der Einfluss der Heidemühle zeigte sich deutlich auf die unterhalb gelegene Strecke, obgleich die letztere über 800 Ruthen abwärts lag; auch auf die beiden Mündungsarme darf ihr Einfluss angenommen werden, obgleich das grössere Becken vor der Papiermühle ihn für diese erheblich abschwächt. Hierzu kommen die oft absichtlich falschen Angaben des Müllers, wie auch festgestellt werden konnte, dass er kurz vor den Messungen den Schützen höher gezogen hatte. Sieht man von der für die Mündungsarme entschieden falschen Messung vom 15. April ab, und von der im Fliess am 13. Januar, bei welcher der Zufluss von oben her wohl gesperrt war, so ergiebt sich, dass zur Zeit der Messungen der Zufluss zum Profil an der Eisenbahnbrücke meist grösser war, als der Abfluss nach der Spree, nur allein die Messung vom 8. Juni zeigt eine unbedeutende Differenz im entgegengesetzten Sinne. Da nun im Ganzen Zu- und Abfluss sich das Gleichgewicht halten müssen, so scheint dies auf einen sehr ungleichen Zufluss von der Heidemühle her zu deuten, welche zeitweise das Bassin oberhalb der Papiermühle füllte, während die Schützen dieser Mühle nur auf eine mittlere Abflussmenge gezogen waren, und mit dem Steigen des Wassers ein dadurch beförderter Abfluss durch eben diese Schützen, sowie über das Wehr unter der Brücke im östlichen Arm eintrat. Die Abflussmenge aus diesen Armen musste daher zur Zeit der Messungen (während der Arbeit der Heidemühle) eine gesteigerte sein und grösser als die dem Gleichgewicht zwischen Zu- und Abfluss entsprechende.
2	8	7	6	3	7	
2	7	7	6	3	8	
—	—	—	—	—	—	
3	2	7	11	4	2	
3	7	8	3	4	10	
3	6	8	1	4	7	
3	0	7	4	3	4	
2	4	7	0	2	10	
2	0	6	9	2	6	
1	6	6	5	1	10	
1	5	6	3	1	9	
1	7	6	5	2	1	

Hieraus ergiebt sich, dass die gemessenen Wassermengen als grössere als die durchschnittlichen anzusehen sind. Die höchst ungleiche oft Tage lang unterbrochene Arbeit der Heidemühle ist von gleichem Einfluss. — Die nach der Arbeitszeit der Heidemühle reducirten direkt gemessenen Wassermengen können daher den Bestimmungen der durchschnittlichen Wassermenge zu Grunde gelegt werden. Unter Berücksichtigung der Anmerkungen, und den bei den übrigen Fliessen gemachten Beobachtungen über die Wasserstände und den Einfluss des Frost- und Thauwetters ergeben sich dann aus den zu Anfang und Ende der Perioden gemessenen, die folgenden durchschnittlichen Wassermengen:

			Transport 66	Cbkfss.	
im	November	12,0 Cbkfss.	im Mai	6,0	„
„	December	7,0 „	„ Juni	4,0	„
„	Januar	9,0 „	„ Juli	2,0	„
„	Februar	12,0 „	„ August	1,75	„
„	März	16,0 „	„ September	1,25	„
„	April	10,0 „	„ October	4,00	„
		Latus 66 Cbkfss.		Zusammen 85 Cbkfss.	

oder rot. 7 Cbkfss. durchschnittlich pro Sekunde. Legt man dagegen die Abflussmengen der Mündungsarme zu Grunde, so würden sich rot. 9 Cbkfss. durchschnittlich pro Sekunde ergeben.

e.

Das Fliess aus dem Bötzsee

(Fredersdorfer Fliess)

gemessen an der Rahnsdorfer Mühle.

Laufende №	Datum der Messung. Monat.	Tag	Wassermengen. Tagesmittel. Im Untergraben. Cbkfss.	An dem Mühl-Schützen. Cbkfss.	Arbeitszeit in Stunden.	Unterhalb der Chausseebrücke bei Vogelsdorf. Cbkfss.	Wasser-Dahme bei Köpenick. Fuss.	Zoll.
	1871.							
1	October	18	—	—	—	10,36	2	6
2	„	26	—	8,870	20	—	2	5
3	December	14	7,22 [1])	8,872 [1])	18	—	2	3
	1872.							
4	Januar	12	—	11,800	24	—	2	9
5	Februar	9	—	15,260 [2])	24	—	2	7
6	März	2	—	22,663 [3])	24	—	2	11
7	April	5	14,75	15,066	24	—	3	7
8	Mai	4	—	10,895	21	—	3	6
9	Juni	8	—	7,678	21	—	3	0
10	„	27	—	8,279 [4])	17	—	2	4
11	Juli	18	—	8,492	16	—	2	0
12	August	24	—	6,575	16	—	1	6
13	September	13	—	—	—	—	1	5
14	October	21	—	6,856	14	—	1	7

Anmerkungen:

1) Im December bei anhaltendem Frost unregelmässiger Zufluss, und dem entsprechend ein Sinken der Arbeitszeit bis auf 4 Stunden.

2) Witterung mild; nach den Angaben des Müllers ist der Zufluss im Februar in stetem Zunehmen gewesen.

3) Seit einigen Wochen viel Regen und Schnee.

4) Am 22. Juni sehr starker Regen, dessen Nachwirkung noch in der Wassermenge des Fliesses sich zeigt.

5) Das Fliess führte bei Vogelsdorf am 21. November 1868 = 10,40 Cbkfss.
an der Rahnsdorfer Mühle am 8. December 1868 = 6,39 „
am 19. März 1869 = 13,55 „

stände.				
Spree in Berlin.				Bemerkungen.
Oberwasser.		Unterwasser.		
Fuss.	Zoll.	Fuss.	Zoll.	
7	3	3	0	Die Messungen dürfen als dem wirklichen Abfluss entsprechend bezeichnet werden und nur im December als zu gross, siehe Anmerkung 1. Bei dem sehr starken Regenfall im Juni hat ein nur sehr augenblickliches Anschwellen des Wassers stattgehabt. Dagegen ist an manchen Tagen und Stunden nicht gearbeitet worden, so dass, wenn man die gemessenen Wassermengen mit Ausnahme im December der Bestimmung der durchschnittlichen Wassermengen zu Grunde legt, ein sehr reichliches Resultat sich ergeben muss. Dies um so mehr, als es sehr fraglich ist, ob das Wasser im Juni und Juli zugenommen und im Juli mehr betragen hat als Anfang Juni resp. am 27. Juni, nach dem notirten starken Gewitterregen. Im September war die Wassermenge wesentlich geringer als im August und October.
7	1	3	0	
6	10	3	6	
7	6	3	7	
7	6	3	7	
7	7	3	11	
8	3	4	10	
8	1	4	7	
7	4	3	4	
7	0	2	10	
6	9	2	6	
6	5	1	10	
6	3	1	9	
6	5	2	1	

Durchschnittliche Wassermengen.

im November	8,9	Cbkfss.
„ December	7,0	„
„ Januar	11,8	„
„ Februar	18,9	„
„ März	18,6	„
„ April	13,0	„
„ Mai	9,0	„
„ Juni	8,0	„
„ Juli	8,0	„
„ August	7,5	„
„ September	5,3	„
„ October	6,0	„
Zusammen	122,0	Cbkfss. oder
durchschnittlich rot.	10,2	Cbkfss. pro Sekunde.

Anlage III.

Analysen.

1. Analysen

der

Herren Professoren Dr. Finkener und Dr. Müller,

betreffend den

Ammoniak-Gehalt des Spreewassers.

Untersuchung von Spreewasser und Wasserleitungswasser auf Ammoniak

vermittelst einer Auflösung von Kaliumquecksilberjodid in Kalihydrat.

Das Spreewasser ist am 4. Januar d. J., Morgens gegen 10½ Uhr von Herrn Professor Müller und mir dem Bassin der Wasserleitung entnommen an der Stelle, wo das Wasser aus der Spree aufsprudelt, das Wasserleitungswasser an demselben Tage Abends gegen 6 Uhr der Leitung in der Berg-Akademie.

Bei der im Wesentlichen nach dem von Trommsdorf angegebenen Verfahren ausgeführten Untersuchung wurden beide Proben durch die Quecksilberlösung grünlichgelb gefärbt, das Spreewasser mehr gelb, als das der Leitung, während sonst reines, ammoniakhaltiges Wasser, welches denselben Operationen unterworfen wird, dadurch mehr oder weniger intensiv rothgelb gefärbt wird. Das Auftreten der grünlichen Färbung lässt eine genaue Vergleichung mit den rothgelb gefärbten als Maassstab dienenden Lösungen nicht zu, erlaubt nur eine ungefähre Schätzung. Diese ergab:

beim Spreewasser . . . . . 0,16 mgrm. Ammoniak in 1 Liter
beim Wasserleitungswasser . 0,12 „ „ „ 1 „

Wenn nun auch bei den Operationen etwas Ammoniak zu verschwinden scheint, so glaube ich doch nach den Erscheinungen, die bei vergleichenden Versuchen auftraten, mit Sicherheit annehmen zu können, dass die in den Wasserproben ursprünglich vorhandene Menge Ammoniak weniger als 1 mgrm. auf 1 Liter beträgt.

Berlin, den 20. Januar 1872.

R. Finkener.

Ammoniakgehalt des Spree- und Wasserleitungswassers in Berlin.

Ihrer Aufforderung gemäss, in Gemeinschaft mit Herrn Professor Finkener das Wasser aus der Oberspree und aus der hiesigen (englischen) Wasserleitung in Bezug auf den Ammoniakgehalt zu untersuchen, haben wir, Professor Finkener und ich, am Vormittag des 4. h. auf dem Territorium der Englischen Wasser-Werke von dem in das Filtrirbassin strömenden Spreewasser eine analytische Probe des Oberspreewassers genommen. Zur Untersuchung des Wasserleitungswassers diente eine vom Herrn Professor Finkener am Nachmittag desselben Tages in der Bergakademie aufgefangene Probe. Beiderlei Proben waren vollkommen klar und erschienen ganz ungefärbt; die Untersuchung begann noch am Abend und die auf Anwendung des Nessler'schen Reagens gestützten analytischen Aufzeichnungen konnten bereits am folgenden Mittag vorgenommen werden. Die grüne Nüance der Gelbfärbung, welche durch das Nessler'sche Reagens hervorgerufen worden war, bekundete deutlich, dass die Reaction nur zum Theil von reinem Ammoniak bedingt sein konnte, und zwar noch weniger im Wasser der Wasserleitung als der Oberspree. Die Nüance im Wasserleitungswasser war diejenige einer sehr verdünnten Chromsäurelösung, während sie sich zwischen der Farbe dieser und einer Ferridecetatlösung halten sollte; das Oberspreewasser neigte sich der Normalfarbe zu. Ich habe bereits früher (vergl. meine Mittheilung „über den Ammoniakgehalt des Berliner Wassers“ an den Magistrat, dat. den 10. November 1870) das zeitweilige Auftreten der fraglichen Grünfärbung erwähnt; ohne noch den Grund dafür genauer als damals angeben zu können, darf ich doch hinzufügen, dass ich sie bei nun sehr zahlreichen Untersuchungen ausnahmslos in sehr ammoniakarmem Wasser beobachtet habe.

Auch die heut vorliegenden beiden Wasserproben zeichnen sich durch einen geringen Ammoniakgehalt aus, der weit hinter 1 Milliontel bleibt, besonders bei dem Wasserleitungswasser. Wegen der abweichenden Nüancen sind die hervorgerufenen Farbenintensitäten mehr oder weniger incommensurabel, doch dürfte mit Sicherheit soviel gesagt werden können, dass der Ammoniakgehalt

im Oberspreewasser höchstens $\frac{1}{5}$ Milliontel,

im Wasserleitungswasser etwa $\frac{1}{1\frac{1}{2}}$ Milliontel betragen hat.

Bei früheren Prüfungen habe ich einen so niedrigen Ammoniakgehalt noch nicht beobachtet, sondern bis zu $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ Milliontel, soweit sich das bei der stets vorhandenen grünen Nüance abschätzen liess. An die Bestimmung des Ammoniaks habe ich diejenige der

natürlichen Härte, des Chlors, der Schwefelsäure und Salpetersäure angereiht.

	Oberspree.	Wasserleitungswasser.
Natürliche Härte	11,4 Grad.	12,5 Grad.
Chlor	2,3 „	2,4 „
	16,5 Milliontel.	17,0 Milliontel.
Schwefelsäure . .	1,4 Grad.	2,5 Grad.
	11,0 Milliontel.	20,4 Milliontel.
Salpetersäure . .	kaum Spur.	Spur.

Man sieht hieraus, dass durch die Filtrirung des Spreewassers der Chlorgehalt unberührt geblieben ist, dass dagegen die natürliche Härte, die Schwefelsäure und Salpetersäure zugenommen haben, und zwar Härte und Schwefelsäure ganz gleich.

Die Härte des Spreewassers ist fast ausschliesslich durch den Gehalt an Kalk und Magnesia bedingt und auffallender Weise zeigen auch die Finkener'schen Analysen von 1869 im Wasserleitungswasser fast genau um 1 Härtegrad mehr Kalk und Magnesia als im Spreewasser, indess bei fast unverändertem Schwefelsäuregehalt.

Die Härtezunahme beim Filtriren hängt augenscheinlich davon ab, dass aus dem als Filterbrett dienenden Sande etwas Mineralsubstanz aufgelöst wird — was und wie viel? beruht natürlich auf dem Material des Filterbetts, der Gebrauchsdauer, Temperatur u. s. w. Jetzt ist neben Kalk und Magnesia eine äquivalente Menge Schwefelsäure aufgenommen worden aus vorhandenem Gips oder Schwefeleisen und dergleichen, 1869 dagegen keine Schwefelsäure.

Ammoniak wird in der Regel abnehmen, Salpetersäure dagegen sich vermehren.

Berlin, den 13. Januar 1872.

Alexander Müller.

An
Herrn Ingenieur Veit-Meyer
in Berlin.

2. Analysen

des

Herrn Professor Dr. Müller,

betreffend die

Bodenproben aus dem Müggelsee.

Betreffend Bodenproben aus dem Müggelsee.

Einen vollständigen Bericht über die angestellten ausführlichen Analysen bis nach deren Beendigung mir vorbehaltend, beehre ich mich heut in aller Kürze mitzutheilen, dass die von Ihnen mir vorgelegten Bodenproben vom Müggelsee bestehen:

1. aus mittelfeinem Kieselsand des hier gewöhnlichen Vorkommens, etwa $\frac{1}{40}$ seines Gewichtes verwitternde Muschelschalen enthaltend;
2. aus fein sandiger Gyttje (Kieselinfusorien-Moor) mit (im wasserfreien Zustand) ca. $\frac{1}{6}$ organischer Substanz und merkbarem Viviamit-Gehalt;
3. aus thonartigem Mergel mit ungefähr der Hälfte seines Gewichtes kohlensaurem Kalk und etwas Gips.

Gegen durchfiltrirendes Wasser verhält sich No. 1 ziemlich indifferent.

No. 2 giebt eine geringe Menge organische (Humus-) Substanz von schwach moorigem Geschmack an dasselbe ab und wird dadurch bei hinlänglicher Berührung den im Wasser gelösten atmosphärischen Sauerstoff in Kohlensäure verwandeln; von seinen mineralischen Bestandtheilen lösen sich nur Spuren und wird deshalb die Härte von durchfiltrirendem Wasser kaum merkbar vermehrt.

No. 3 dagegen verursachte in dem damit geschüttelten destillirten Wasser einen ungefähr zweimal so hohen Härtegrad als dem jetzigen Wasserleitungswasser eigenthümlich ist. Lufthaltiges Wasser, welches successive No. 2 und 3 durchdringt, wird aller Wahrscheinlichkeit nach einen noch etwas höheren Härtegrad zeigen, dagegen einen beträchtlich geringeren Gehalt an organischer Substanz als bei alleiniger Filtrirung durch No. 2.

Zur endgültigen Entscheidung dieser Fragen bedarf es meines Erachtens einiger Untersuchungen, welche unmittelbar hierauf gerichtet sind, und zugleich die Vorfrage erledigen, ob jene Ablagerungen No. 2 und 3 bei dem in Aussicht genommenen Wasserbezug wirklich als

filtrirende Schichten fungiren werden. Bei dem bedeutenden Unterschied in der Durchlässigkeit des in hiesiger Gegend gewöhnlichen Sandes und der fraglichen Ablagerungen liegt nämlich die Möglichkeit vor, dass Wasser, welches aus einer halbwegs mächtigen Sandschicht unter ihnen mitten im Müggelsee aufgepumpt wird, auch bei sehr starker Entnahme nur zum geringen Theil dieselben durchströmt hat, sondern von den Seiten zugeflossen ist. Aus diesem Grunde würde ich auf künstliche Filtrirungsversuche mit Proben jener Ablagerungen weniger Werth legen, als auf die Analyse von Wasserproben, welche aus einem daselbst angelegten Versuchsbrunnen bei lebhaftem Betriebe geschöpft werden.

Berlin, den 27. April 1871.

Alexander Müller.

Herrn Ingenieur Veit-Meyer
Berlin.

Chemische Analyse von 3 Bodenproben aus dem Müggelsee.

Die von Herrn Ingenieur Veit-Meyer im April h. a. eingesendeten Bodenproben aus dem Müggelsee waren:

No. I. Kieselsand, davon

a. 1,8 Procent Muschelschalen, mehr oder weniger verwittert,
b. 3,0 Procent Sand und Muschelfragmente, von und aus den vorgenannten Schalen abgespült,
c. 95,2 Procent feine Sandkörner durch Messinggewebe von 95 Drähten pro Dezimeter fallend;

No. II. feinsandige Gyttje (Kieselinfusorienmoor) mit merkbarem Viviamitgehalt;

No. III. grauer, thonartiger Mergel.

Nachdem die Proben bei gelinder Ofenwärme, entsprechend hoher Sommertemperatur ausgetrocknet worden waren, wurde ihre procentische Zusammensetzung, wie folgt gefunden:

Bestandtheile.	No. I. Sand c.	No. II. Gyttje.	No. III. Mergel.
Hygroskopisches Wasser	0,2 Procent	3,4 Procent	0,9 Procent
Organische Substanz	0,5 „	16,6 „	4,7 „
Eisenoxyd	0,8 „	16,8 „	5,2 „
Kalk	0,4 „	2,0 „	30,6 „
Magnesia		0,1 „	0,3 „
Kohlensäure		0,8 „	22,8 „
Schwefelsäure.	— „	1,4 „	0,9 „
Infusorienkiesel	0,5 „	15,7 „	6,6 „
Sand	97,6 „	43,2 „	27,1 „
Summa	100,00 Procent	100,00 Procent	99,1 Procent

Dem oben aufgeführten Eisenoxyd war bei Sand c nur eine Spur, bei der Gyttje sehr wenig, bei dem Mergel wenig Thonerde beigemengt, ausserdem bei der Gyttje ein merkbarer Phophorsäuregehalt; der Magnesiagehalt der Sandportion c war ausserordentlich gering.

Der organisch gebundene Stickstoff der Gyttjeprobe betrug 0,87 Procent.

Die vom Sand abgesiebten und rein gewaschenen Muscheln (Portion a) bestehen fast ausschliesslich aus reinem kohlensauren Kalk; die Sandportion b enthielt 8,2 Procent kohlensauren Kalk, also nicht ganz 9 Procent Muschelfragmente.

Bei einer 8tägigen Digestion mit destillirtem Wasser (die 15- bezüglich 9,2-fache Gewichtsmenge der digerirten Trockensubstanz) von gewönlicher Temperatur gab die Gyttje eine schwach bräunliche, modrig riechende und schmeckende Lösung

mit 13,1 Grad Härte
und 380 Mllte. gelöster Substanz, wasserfrei,
wovon 120 Mllte. verbrennlich
und 260 Mllte. eisenhaltige Asche;
der Mergel ein Wasser
mit 39,6 Grad Härte
und 720 Mllte. gelöster Substanz, wasserfrei,
wovon 140 Mllte. verbrennlich
und 580 Mllte. Asche, vorwaltend Gips.

Bezüglich der Schlussfolgerungen, welche sich aus den hier mitgetheilten Analysen ergeben, verweise ich auf das an Herrn Ingenieur Veit-Meyer bereits am 27. April a. c. erstattete Gutachten, da seine Gültigkeit durch den Abschluss der damals noch rückständigen analytischen Bestimmungen nicht beeinflusst worden ist.

Berlin, den 2. Juni 1871.

Alexander Müller.

An
den Magistrat der K. K. Haupt- und Residenzstadt Berlin.

3. Analysen

des

Wassers des Müggelsees und der Versuchsstation.

3. Analysen

des

Wassers des Müggelsees und der Versuchsstation.

I. Müggelsee.

Probe vom 4. December 1872.

Das Wasser wurde der Versuchsstation gegenüber etwa 100 Meter vom Ufer entfernt und etwa 3 Meter unter der Oberfläche geschöpft, in Flaschen mit eingefettetem Glasstöpsel luftdicht verschlossen und an kühlem Ort bis zur Analyse verwahrt.

Die saponimetrische Bestimmung der Härte erfolgte binnen einer Woche, dergleichen die Bestimmung des Ammoniaks, der Salpeter- und Schwefelsäure, sowie des Chlorgehaltes.

An die mit Controlversuchen verbundene ausführliche Analyse konnte erst einen Monat später gegangen werden.

Das Wasser hatte einen schwach gelblichen Schein, war fast klar, setzte aber allmälig dunkel gefärbte Flöckchen ab, worin das Mikroskop verschiedenen organischen Detritus und verschiedene Organismen (Diatomeen, Desmidien und grössere im Seewasser gewöhnlich vorkommende lebende Wesen) erkennen liess.

Das Nessler'sche Reagens gab statt der bräunlichen Färbung des reinen Jodquecksilberammons eine schwach grünlich gelbe Lösung, wie man sie meist mit Berliner Wasserleitungs-Wasser und dem reineren Berliner Brunnen-Wasser, sowie mit verdünnten Lösungen von Trimethylamin erhält, nach Qualität und Intensität entsprechend einer Lösung von 80 Milligramm Chromsäure im Liter Wasser.

Beim Verdampfen des Seewassers mit Soda entwickelte sich ein unangenehm weichlicher, an altes Waschhauswasser erinnernder Geruch und war die Farbe der 60-fach concentrirten Lösung stark biergelb.

Der direkte Verdampfungsrückstand entwickelte beim Ansäuern einen deutlichen Geruch nach Metacetonsäure und nach angesäuertem Harn.

Dergleichen Verdampfungsrückstand kohlte bei stärkerem Erhitzen mit Torfgeruch; der kohlige Rückstand mit Säure übergossen verbreitete einen an Alaunschieferrauch erinnernden Geruch*).

Der Gehalt an organischer Substanz und die Höhe der Acidität (bezüglich Alkalescenz) ist nach der von mir eingeführten Methode ermittelt worden, d. h. durch Verdampfen abgemessener Mengen von Wasser und Natriumcarbonat, Titriren des Ueberschusses von letzterem, Verdampfen der neutralisirten Alkalilösung, Trocknen und Veraschen des Rückstandes u. s. w.

Aus den analytischen Daten berechnet sich folgende Zusammensetzung:

Bestandtheile.	Milliontel.	Grade**).
Kieselsäure	11,0	—
Eisenoxyd und Thonerde	1,5	—
Kalk	54,6	9,75
Magnesia	6,1	1,52
Kali	2,09	0,22
Natron	21,4	3,45
Chlor	21,3	3,00
Schwefelsäure	12,4	1,55
Salpetersäure	ca. 2,0	—
oder Säuren und Basen verbunden (mit Vernachlässigung der Salpetersäure)		
kohlensaure Magnesia	12,8	1,52
kohlensaurer Kalk	88,7	8,87
schwefelsaurer „	12,0	0,88
„ Kali	3,8	0,22
„ Natron	6,4	0,45
Chlornatrium	35,3	3,00
hierüber organische Substanz	9,7	—
Die Acidität***) betrug	—	1,30
wovon für Gyps	0,88°	
also für organische Substanz (inclusive Salpetersäure) Differenz	0,45°	
Summa uts.		1,30

*) Dieser eigenthümliche Alaunschiefergeruch tritt sehr regelmässig beim Ansäuern verkohlter Rückstände von (salpeterarmen!) natürlichen Wässern auf; er scheint durch Einwirkung der organischen Substanz auf die vorhandenen Sulphate bedingt zu sein und deshalb nicht als charakteristisch aufgefasst werden zu dürfen.

**) 1 Grad = 10 Milliontel kohlensaurer Kalk oder die äquivalente Menge anderer Bestandtheile.

***) D. i. die Menge der Erdbasen, welcher mit stärkerer Säure als Kohlensäure verbunden war, also beim Verdampfen auf Natrium carbonat wie freie Säure sättigend wirkte, z. B. Gyps.

Als natürliche Härte berechnet sich nach der Gewichtsanalyse (mit Vernachlässigung des Eisenoxyds und der Thonerde)

für Kalk	9,75°	—
„ Magnesia	1,52°	11,27°

saponimetrisch wurde gefunden

für bleibende*) Härte	7,2°	—
„ zeitliche Härte	3,8°	—
„ natürliche Härte Summa	—	11,0°

Die Analyse zeigt im Ganzen den gewöhnlichen Character des Spreewassers, nur der Gehalt an Chlornatrium ist auffallend hoch. Vielleicht liegt die Ursache in der grossen Trockenheit des vorausgegangenen Sommers; bei ziemlich gleichbleibender Zufuhr von Kochsalz war das sie aufnehmende Wasserquantum bedeutend verringert und, da Kochsalz weder wie Kalkcarbonat durch Löslichkeitsverhältnisse beengt war, noch wie fast alle übrigen Bestandtheile des Wassers dem absorbirenden Einfluss von Vegetation und Boden unterlag, musste die Concentration im umgekehrten Verhältniss der Wassermenge steigen.

II. Die Versuchsbrunnen am Müggelsee.

Probe vom 4. December 1872.

Das Wasser für die Analyse wurde an dem für alle 8 Brunnen gemeinschaftlichen Abführungsrohr aufgefangen und wie das Seewasser behandelt.

Im frischen Zustand war es vollkommen klar und farblos mit schwachem, aber bald vorübergehendem Schwefelwasserstoff-Geruch und Eisengeschmack. Allmälig setzten sich in den Verwahrungsflaschen einige dunkelgefärbte Flöckchen ab von Eisenoxydhydrat mit geringen Einschlüssen von Moos- und Algen-Detritus, ohne lebende Organismen.

Die durch das Nessler'sche Reagens erzeugte Färbung war qualitativ dieselbe wie beim Seewasser, aber (etwa $\frac{1}{4}$) weniger intensiv.

Die concentrirte Lösung des alkalisch gemachten Wassers war nur schwach gelblich, weit heller als die des Seewassers, und ohne Geruch. Der angesäuerte Verdampfungsrückstand roch kaum wahrnehmbar aromatisch. Beim Verkohlen der vorhandenen organischen Substanz entwickelte sich ein schwacher Caramelgeruch.

---

*) Unter „bleibender" Härte versteht man den Gehalt eines Wassers an Erdsalzen, welche durch andauerndes Kochen nicht abgeschieden werden und nimmt dabei an, dass etwa 3° aufgelöstes Kalkcorbonat, der Rest auflösliche Erdsalze mit stärkeren Säuren zu rechnen seien. Eingehende Studien aber, über welche ich andernorts berichten werde, haben mich gelehrt, dass die Voraussetzung nur ausnahmsweise zutrifft.

Die analytischen Daten führen zu folgender Zusammensetzung:

Bestandtheile.	Milliontel.	Grade.
Kieselsäure	16,6	—
Eisenoxyd	0,5	—
Kalk	77,9	13,9
Magnesia	5,7	1,4
Kali	1,21	0,13
Natron	10,1	1,62
Chlor	10,2	1,44
Schwefelsäure	11,2	1,40
Salpetersäure	kaum Spur	
oder Basen und Säuren verbunden		
kohlensaure Magnesia	11,8	1,40
kohlensaurer Kalk	128,0	12,8
schwefelsaurer Kalk	14,8	1,09
„ Kali	2,3	0,13
„ Natron	2,6	0,18
Chlornatrium	16,4	1,44
hierüber		
organische Substanz	4,9	—
Die Acidität betrug	—	1,47
wovon auf Gyps		1,09°
also für organische Substanz (inclusive Salpetersäure) als Differenz		0,38°
	Summa uts.	1,47

Als natürliche Härte berechnet sich nach der Gewichtsanalyse (mit Vernachlässigung des Eisenoxyds)

für Kalk	13,9°	
„ Magnesia	1,4°	
	Summa	15,3°

saponimetrisch wurde gefunden

bleibende Härte	5,5°	
zeitliche Härte	9,6°	
natürliche Härte	Summa	15,1°

Die nach Uebereinstimmung der pesometrisch und saponimetrisch gefundenen Härte mag zugleich als Beweis dafür gelten, dass das Brunnenwasser wenig freie Kohlensäure enthält.

Das oben aufgeführte Eisenoxyd ist als aus kohlensaurem Eisenoxydul entstanden anzunehmen; von letzterem wiederum ist zu schliessen, dass es aus der Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser auf Schwefeleisen, dessen Bildung unter dem Einfluss von organischer Substanz auf Gyps und Eisenoxydhydrat im Erdboden zu den alltäglichen Erscheinungen gehört, unter Freimachung von Schwefelwasser-

stoff hervorgegangen sei. Im vorliegenden Falle ist die Stätte der Schwefelwasserstoffentwickelung zunächst in dem früher analysirten Seeschlamm zu suchen, durch welchen bei starkem Pumpen eine geringe Menge Seewasser den Weg nach dem Brunnen hin zu finden scheint.

Dem Geruch nach zu urtheilen, war die Schwefelwasserstoffentwickelung eine ziemlich wechselnde, eine manchmal stärkere, manchmal schwächere bis zum vollständigen Aufhören. Aber auch bei der beobachteten grössten Intensität war die Menge des Schwefelwasserstoffs so gering, dass ein kurzes Schütteln des Wassers mit Luft den Geruch beseitigte und die quantitative Bestimmung, selbst bei grossem analytischen Aufwand, kein befriedigendes Resultat versprach.

Eine Maximalberechnung könnte man auf den in diesem Falle wiederholt und besonders genau zu bestimmenden Eisengehalt stützen, doch habe ich dieselbe für die Lösung der vorliegenden praktischen Frage nicht für nöthig erachtet.

So gering auch der Eisengehalt des Wassers gefunden worden ist, so hat doch in den Leitungsröhren und besonders in den Pumpventilen eine merkbare Ablagerung von Eisenoxydhydrat mit geringer Menge von Ferro- und Kalk-Carbonat, sowie von Moos-, Algen- und Pilzfäden platzgegriffen. Die letzteren stammen zunächst aus dem in die Brunnenkesselwandung gestopften Waldmoos, von dem auch ein Theil der im Brunnenwasser gelösten organischen Substanz herrühren kann. Dass das erstere, trotz des so niedrigen Eisengehaltes des Wassers, vor dem Austritt an die freie Luft sich abgeschieden hat, diese Erscheinung dürfte denselben Grund haben als die Krystallisation sogenannter übersättigter Lösungen, welche durch Berührung mit festen Körpern so wesentlich befördert wird; hier aber fand die stärkste Reibung unbedingt an den Pumpklappen statt.

Eine Uebersättigung des Brunnenwassers mit Eisenoxyd wird schon durch geringe Lufteinwirkung auf Ferrocarbonat hervorgerufen. Aber auch bezüglich des letzteren wie des Kalkcarbonats kann selbst bei niedrigen Gehalten eine Uebersättigung veranlasst werden, wenn dem Wasser Kohlensäure entzogen wird — und eine derartige Reaction hat allerdings die Cementmauerung der Müggelbrunnen, wenigstens zeitweise, wie wir weiter unten sehen werden, ganz deutlich verursacht.

Was speziell die Wasserprobe vom 4. December betrifft, so darf man mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass sie durch die Cementmauerung des Brunnenkessels nicht nachweissbar in ihrer Zusammensetzung verändert worden ist. Nachdem die Cementmasse während einer längeren Reihe von Monaten mit öfters erneutem Brunnenwasser in Berührung gewesen und dabei theils ausgelaugt, theils gekohlen-

säuert worden ist, ist das Wasser am Tage der Probenahme zufolge des kräftigen Auspumpens allzuschnell über ihre Oberfläche dahingeeilt um merkbar beeinflusst zu werden.

Das Müggelbrunnenwasser vom 4. December hat ganz den Character des Berliner Normalwassers und unterscheidet sich sehr wesentlich von dem Wasser des angrenzenden Müggelsees, besonders im Gehalt an Chlornatrium,

der für den Brunnen 16,4 Milliontel,
„ „ „ See 35,3 „

also mehr als das Doppelte beträgt.

Es muss auf diesen Unterschied so hohes Gewicht gelegt werden, weil Chlornatrium aus wässriger Lösung beim Durchgang durch den Erdboden so gut wie garnicht absorbirt wird, wenigstens bei Filtrirung durch Sandboden, und erachte ich diesen einzigen Unterschied für vollständig beweisend, dass das untersuchte Brunnenwasser nicht einfach filtrirtes Seewasser ist und nicht einmal eine wesentliche Zumischung von solchen erhalten haben kann.

Alle übrigen Unterschiede der Zusammensetzung können durch die Einwirkung des Bodens auf Seewasser bedingt sein; innerhalb gewisser Grenzen selbst die Temperaturunterschiede.

Ausser den vorliegenden ausführlicheren Untersuchungen ist das Wasser der Müggelbrunnen zahlreichen Einzelnbestimmungen unterworfen worden, zeitweise gemeinschaftlich mit Müggelseewasser. Vergleiche nebenstehende Tabelle.

Das Wasser der Brunnen No. 3 und 4 am 3. Juni 1872.

Beiderlei Wasser ist sehr klar, farb- und geruchlos, rein schmeckend (nur bei No. 3 mit sehr schwachem Moosgeschmack) und durch grosse Weichheit ausgezeichnet.

No. 3 hat einen normalen Chlorgehalt = 11,0 Milliontel,
„ 4 einen etwas höheren = 14,8 „
beide mit sehr viel Schwefelsäure ca. 25 „

welche nach der bleibenden Härte zu schliessen, ganz oder grösstentheils an Alkali gebunden sein musste.

Die Beschaffenheit von beiderlei Wasser ist augenscheinlich eine anomale, veranlasst durch Einwirkung der Cementmauerung auf das Wasser. Cement pflegt frei von Chlor zu sein, enthält aber meist geringe Mengen von Alkalien (aus dem Thon) und Schwefelsäure (aus dem Feuermaterial) und ist reich an Aetzkalk.

Analysen
des Wassers der Versuchsstation bei Friedrichshagen.

Uebersichtstabelle.

Wasserproben			Grade.					Milliontel.	
			Härte			Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.
Zeit.	Ort.		natürliche.	zeitliche.	bleibende.				
1872.									
3. Juni	Brunnen *)	No. 3	7,8	5,3	2,5	3,15	1,55	25,2	11,0
	„ *)	„ 4	6,1	0,9	5,2	3,20	2,08	25,6	14,8
15. Juli	„	Mischw.	14,7	10,4	4,3	1,65	1,53	13,2	10,9
17. August	„	„	13,9	9,7	4,2	1,50	1,56	12,0	11,1
16. Septbr.	„	No. 1	13,8	?	?	1,37	1,36	11,0	9,7
	„ 1	„ 3	13,4	7,9	5,4	1,54	1,45	12,4	10,3
	„ 1	„ 5	13,1	6,4	6,7	1,54	1,74	12,4	12,4
	„ 1	„ 6	15,4	9,3	6,1	1,42	1,42	11,4	10,0
	„ 2	„ 7	9,1	2,9	6,2	2,08	2,21	16,6	15,7
	„ 2	„ 8	8,6	2,2	6,4	2,50	2,78	20,0	19,7
27. Septbr.	See		12,3	9,0	3,3	1,75	1,90	14,0	13,5
	Brunnen	No. 1	13,9	8,5	5,4	1,56	1,46	12,5	10,4
	„	„ 2	13,5	7,3	6,2	2,15	1,44	17,2	10,2
	„	„ 3	14,1	7,9	6,2	1,90	1,55	15,2	11,0
	„	„ 4	13,7	7,5	6,2	1,67	1,63	13,3	11,6
	„	„ 5	14,0	8,3	5,7	1,75	1,79	14,0	12,7
	„	„ 6	15,9	8,7	7,2	1,53	1,54	12,2	10,9
	„	„ 7	14,7	8,5	6,2	1,54	1,32	12,4	9,4
	„	„ 8	15,0	8,8	6,2	1,63	1,57	13,0	11,1
4. Decbr.	See		11,0	3,8	7,2	1,55	3,00	12,4	21,3
	Brunnen,	Mischw.	15,1	9,6	5,5	1,40	1,44	11,2	10,2
7. Decbr.	„	No. 3	15,3	9,2	6,1	2,00	1,48	16,0	10,5
	„	„ 4	15,5	10,1	5,4	1,84	1,58	14,8	11,2
	„ 3	„ 7	11,1	5,0	6,1	1,56	1,55	13,2	11,0
	„ 3	„ 8	8,6	3,0	5,6	2,25	2,15	18,0	15,3
27. Decbr.	„	Mischw.	14,9	9,3	5,6	1,56	1,42	12,5	10,1
	„	No. 8	14,9	7,7	7,2	1,58	1,37	12,7	9,7
7. Novbr.	Bohrloch XXIV c.	18 M.	14,6	8,5	6,1	1,39	1,44	11,1	10,2
		30 „	16,0	10,6	5,4	1,60	1,67	12,8	11,9

Anmerkung. Bei Entnahme der Proben waren die bezeichneten Brunnen 1 = 3½ Tage, 2 = 12 Tage, 3 = 3 Tage ausser Betrieb. Die Brunnen hatten sich gefüllt, während die dem See näher gelegene Brunnenreihe in Betrieb war.

*) Bei Entnahme der Proben am 3. Juni hatte der Betrieb noch nicht begonnen.

Letzterer entzieht dem Wasser nicht nur die freie Kohlensäure, sondern verwandelt auch die sauren Erdcarbonate in neutrale, scheidet unter Umständen sogar aus dem gelösten Magnesiacorbonat (sehr schwer lösliches) Magnesiahydrat ab und ist bei weiterem Eindringen in das Wasser endlich als Aetzkalk nachzuweisen.

Die Reaction des Aetzkalks wird nicht durch völlige Kohlensäuerung der Cementoberfläche abgeschlossen, sondern dauert wegen stattfindender Diffusion so lange an, als im Cement Aetzkalk vorhanden ist, kann aber bei schneller Vorüberführung von Wasser, also bei starkem Pumpen, so gering werden, dass sie in dem künstlich vervielfachten Wasservolumen nicht mehr nachweisbar ist.

In unserem Fall scheint die Einwirkung des Aetzkalks höchstens bis zur Magnesiaabscheidung und zwar nur bei No. 3 gegangen zu sein.

Dafür, dass durch ihn Kalkcarbonat zur Abscheidung gebracht worden ist, spricht nicht nur die geringe natürliche Härte, sondern auch der Umstand, dass beiderlei Wasser (No. 3 und 4) binnen wenigen Tagen Krystalle von Kalkcarbonat an der Wandung der Glasflaschen absetzte, ein Zeichen, dass die Wasserproben beim Auffüllen mit gelöstem Kalkcarbonat übersättigt waren. Eine freiwillige Abscheidung von Kalkcarbonat bei gleicher Verwahrung erfolgt sonst nur bei Brunnenwasser mit bedeutend grösserer Härte als 15 Grad. Nur beiläufig erwähnt sei, dass beim Pumpen reines Bodenwasser mit mehr oder weniger verändertem Wandungswasser in sehr wechselnder Menge sich mischen kann*).

Versuchsbrunnen, Mischwasser vom 16. Juli 1872.

Das Wasser ist klar wie am 3. Juni, setzt aber allmälig einige dunkelbraune Flöckchen von incrustirten (Algen- oder Mycelium-) Fäden ab. Geruch vorübergehend schwach nach Schwefelwasserstoff. Härte wesentlich höher als am 3. Juni, aber diejenige des Spreewassers wenig übertreffend. Gehalt an Chlor- und Schwefelsäure, wie im Berliner Normalwasser; dergleichen rücksichtlich der Spuren von Salpetersäure und Aminen.

Eine Einwirkung der Cementmauerung nicht nachweisbar.

Das Mischwasser vom 17. August 1872

zeigt die grösste Uebereinstimmung mit demjenigen vom 16. Juli. —

---

*) Die Proben vom 3. Juni waren vor der Inbetriebsetzung der Versuchsstation direkt aus Brunnen 3 und 4 geschöpft. Der Cement der Brunnenwandungen hatte Wochen hindurch Zeit gehabt auf das in den Brunnen stehende Wasser einzuwirken.

Wasser vom 16. September 1872

aus den Brunnen No. 1, 3, 5, 6, 7 und 8, von denen die beiden letzten seit 12 Tagen, die ersteren seit 3½ Tagen ausser Betrieb gestellt waren.

In der Zusammensetzung der sechs Wasserproben zeigt sich ein auffälliger Unterschied, je nachdem der Brunnen in Betrieb oder in Ruhe gewesen war.

Das Wasser der ersten vier Brunnen, also bei andauerndem Betrieb, stellt sich den früheren Mischproben sehr nahe und hat als ganz normal zu gelten.

Dagegen ist bei den ruhenden Brunnen No. 7 und 8 der früher erwähnte Einfluss der Cementmauerung ganz deutlich, wenn auch nicht so stark als am 3. Juni in den Brunnen 3 und 4 zu erkennen.

Das Wasser ist durch den Aetzkalk des Cementes weicher geworden und besonders hat die zeitliche, auf Bicarbonaten beruhende Härte abgenommen, während andererseits der Gehalt an Schwefelsäure gestiegen ist.

Dass zugleich ein höherer Chlorgehalt, besonders in No. 8 (19,7 Milliontel) gefunden worden ist, könnte auf einer örtlichen Verunreinigung des Bodens durch die mit dem Dampfmaschinenbetrieb verbundenen Abfälle beruhen.

Bemerkenswerth ist, dass das Wasser No. 7 und 8 frei von Schwefelwasserstoff war, während die andern Brunnen geringe Mengen davon wahrnehmen liessen.

Wasser vom 27. September 1872

aus sämmtlichen Brunnen zeigt sich fast durchaus als normales Untergrundwasser, nur dass der Schwefelsäuregehalt in Brunnen 5, 3 und 2 in gleicher Reihenfolge sich etwas über das Normale erhebt.

In No. 1 bis 3 war bei Ankunft in Berlin kein, bei den übrigen ein nur sehr schwacher Schwefelwasserstoffgeruch zu bemerken.

Müggelseewasser enthielt an demselben Tage wie gewöhnlich mehr Chlor, doch nicht sehr bedeutend; sein Schwefelsäuregehalt wurde von Brunnen No. 5 (mit 14 Milliontel) erreicht, und von No. 3 und 2 (mit 15, bezüglich 17 Milliontel) übertroffen.

Salpetersäure fehlte im See- und Brunnen-Wasser fast vollständig und betrug im Maximum (No. 6) bei weitem nicht 1 Milliontel.

Das Nessler'sche Reagens gab mit dem Brunnenwasser eine nur sehr schwach grünliche, auf Amine deutende Färbung, mit dem Seewasser eine nicht viel stärkere.

Am 4. December 1872

nahm man Mischwasser aus den Brunnen No. 1 bis 8, am 7. December Einzelproben aus No. 3, 4, 7 und 8. Sowohl das Mischwasser, dessen ausführliche Analyse bereits oben mitgetheilt ist, als das Wasser der einzelnen Brunnen No. 3 und 4 verhielt sich wie gewöhnlich, zeigte jedoch einen etwas erhöhten Schwefelsäuregehalt (16 bezüglich 15 Milliontel). Das Wasser aus No. 7 und besonders No. 8 unterschied sich von dem übrigen durch geringere Härte und zwar wegen niedrigen Gehalts an Bicarbonaten; die darauf beruhende zeitliche Härte war in No. 7 auf die Hälfte, in No. 8 sogar unter ein Drittel der gewöhnlichen Zahl gefallen. Dagegen war in No. 8 der Gehalt an Schwefelsäure und Chlor etwas über normal, doch nicht so auffallend, als am 16. September. Die Ursachen sind wohl dieselben, wie die früher für gleiche Erscheinung angegebenen*).

Dass das Seewasser an demselben Tag wesentlich mehr Chlor als früher, das Doppelte vom Mischwasser der Brunnen enthielt, ist auch schon erwähnt.

Wasser aus verschiedenen Tiefen des benachbarten Versuchsbohrlochs No. XXIVc, kam in seinen Eigenschaften demjenigen des Brunnenmischwassers sehr nahe.

Das am 27. December 1872 entnommene Brunnenwasser theils aus Brunnen No. 8, theils als Mischprobe aus sämmtlichen im Betrieb befindlichen Brunnen, gab bei der Analyse Resultate, welche sowohl unter sich als mit den früher von normalem Müggelbrunnenwasser übereinstimmten. Wie am 27. September, so hatte auch am 27. December das Wasser des Brunnens No. 8 dem mehrmals beobachteten Einfluss der Kesselwandung sich entzogen.

---

*) Brunnen 7 und 8 waren seit 3 Tagen ausser Betrieb.

Berlin, im März 1873.

Alexander Müller.

4. Analysen

der

Wasser aus den Bohrlöchern 1872.

Untersuchung des Wassers aus den durch Herrn Ingenieur Veitmeyer 1872 und 1873 bei Berlin getriebenen Bohrlöchern.

Aus dem ersten Bohrloch (Ia) wurden die für die Analyse bestimmten Wasserproben unmittelbar nach Fertigstellung des Bohrloches der Reihe nach in 8 Glasstöpsel-Flaschen von ca. 1½ Liter Inhalt gepumpt.

Die saponimetrische Prüfung ergab für alle 8 Flaschen fast genau übereinstimmend die natürliche Härte zu 12,6 Grad mit nur 0,2 Grad Maximaldifferenz; demzufolge wurden die weiteren Bestimmungen mit dem Mischwasser sämmtlicher 8 Flaschen ausgeführt.

Da aber nach früheren Erfahrungen das Wasser der oberen Erdschichten sehr wesentlich von demjenigen der Tiefe abweichen kann, wurde späterhin genau unterschieden zwischen dem Wasser, welches nach Fertigstellung in dem das Bohrloch auskleidenden Eisenrohr enhalten und als „Mischwasser“ aus sämmtlichen durchsetzten Erdschichten zu betrachten war, und demjenigen, welches, nachdem man ein Mehrfaches des berechneten Röhreninhalts abgepumpt hatte, als genügend reines „Bodenwasser“ von der Tiefe des unteren Röhrenendes gelten durfte.

Das „Bodenwasser“ zeichnete sich in der Regel schon unmittelbar für das Auge vor dem „Mischwasser“ durch humusärmeren Bodensatz und schnellere, bezüglich vollständigere Klärung aus. — Im Allgemeinen sind ja die Bodenverhältnisse um Berlin der Art, dass die tieferen Schichten frei oder fast frei von organischer Substanz und zwar ausgeprägt sandig sind und die Einmengung von Humus ausser in entschiedenen Moorgegenden nur der Oberfläche angehört.

Die verschiedenen Erdschichten unvermischt der Reihe nach aus dem Bohrloch zu entfernen, hat nun allerdings die befolgte Bohrmethode nicht gestattet, sondern es ist nicht zu vermeiden gewesen, dass Theile der oberen Schichten bis zu Ende der Bohrung zurückgeblieben sind und sich mit den tieferen Bohrproben gemischt haben.

Selbst das Auspumpen eines relativ grossen Wasservolumens hat jene Rückstände der obersten Schichten nur unvollständig entfernt und es enthielten nicht blos die letzten Bohrproben, sondern auch in der Regel das „Bodenwasser“, Bestandtheile, welche entschieden den obersten Schichten angehörten; z. B. torfige Schlammtheile aus Tiefen weit innerhalb des reinsten Diluvialsandes.

Gleichwohl ist nicht anzunehmen, dass innerhalb der hier eingehaltenen analytischen Grenzen das „Bodenwasser“ chemisch merkbar durch jene fremden Bodenbestandtheile beeinflusst worden sei; in der Regel hat das „Bodenwasser“ wie im Aeusseren, so in der Zusammensetzung von dem „Mischwasser“ sich ausgezeichnet.

Die chemische Analyse hatte zunächst darüber Aufklärung zu geben, in wieweit die verschiedenen Wasserproben als für die Berliner Gegend normales Brunnenwasser anzusehen wären, d. h. als Tiefgrundwasser, möglichst frei von Abfällen des häuslichen wie gewerblichen Lebens, sowie von den organischen Zersetzungsprodukten der sporadischen Torfmoore. Hierzu genügte die Bestimmung der gelösten Erdsalze (Härte im frischen und gekochten Zustand), des Chlors und der Schwefelsäure, deren ersteres meist als Chlornatrium, letztere theilweise mit Kalk als Gyps, theilweise mit Alkali verbunden ist. Für die organischen Zersetzungsprodukte: Salpetersäure und Ammoniak kam es mehr darauf an, ihr spurenweises Auftreten festzustellen, als bei reichlicherem Vorkommen die Menge scharf zu bestimmen.

Zur Schätzung der Salpetersäure diente die Brucinreaction mit Einhaltung durchaus gleichmässiger Bedingungen. Für Ammoniak wurde das Nessler'sche Reagens benutzt, und bemerke ich gleich hier, dass die eintretende Färbung auch bei grösserer Intensität (z. B. No. IIIa) nicht die reine bräunliche Nüance, welche dem Ammoniak zukommt, besass, sondern eine grünliche und bei geringeren Intensitäten ganz und gar mit derjenigen übereinstimmte, welche verdünnte Chromsäurelösungen von 25 bis herab unter 2,5 Milliontel Gehalt haben.

Der Gehalt an reinem Ammoniak ist also geringer als der durch Zahlen angegebene; es ist aber zur Zeit noch unmöglich zu sagen, durch welchen ammoniakähnlichen Körper (Amin) die grüne Färbung bedingt wird. Wahrscheinlich ist es Trimethylanim nicht allein, welches eine solche Reaction giebt.

Nach der Ammoniakreaction ist von allen untersuchten Wässern (vergleiche die beiliegenden Tabellen A 1 bis 3) nicht eins eigentlich zu verwerfen; es enthalten aber die ammoniakreichsten Wässer No. IIIa (Torf-Fenn) und XVIIc, zugleich so viel humose Stoffe, dass sie deswegen als schlecht zu bezeichnen sind.

Aehnlich wie Ammoniak kommt Salpetersäure meist spurenweise vor, nur in 3 Proben, No. XIIIb, XVc und XIXc erhebt sich ihre Menge auf 10 Milliontel und darüber.

Die Chlorgehalte zeigen eine grosse Abwechselung von 98 Milliontel (No. IIb M.) bis herunter zu 4,3 Milliontel (No. XVIc B.). Unter 14 Milliontel (einem mittleren Gehalt der Ober-Spree) halten sich zwei Drittel sämmtlicher Wasserproben; von den übrigen gehen nur 2 über 32 Milliontel, nämlich No. IIb M. und B. mit 98, bezüglich 78 Milliontel, und zwischen 14 und 32 Milliontel finden wir, relativ zu den analysirten Proben, eine fast doppelt so grosse Anzahl Mischwasser als Bodenwasser.

Aus den vielfach beobachteten Chlorgehalten unter 10 Milliontel müssen wir schliessen, dass der Boden um Berlin an sich sehr arm an Chlorverbindungen ist und dass höchst wahrscheinlich in ihn keine irgend wie mit Salzsoole gemischte Tiefgrundwässer eindringen, dass also höhere Chlorgehalte der Einwirkung der Bevölkerung zuzuschreiben sind. Mit Ausnahme der No. IIb, ist für unsere Wasserproben jener Einfluss der Bevölkerung jedenfalls ein sehr geringer gewesen, denn unter einer grossen Anzahl städtischer Brunnen habe ich nur in ganz vereinzelten Fällen bis herunter zu 30 Milliontel Chlor gefunden.

Annähernd in gleicher Weise als das Chlor schwankt für unsere Wasserproben die Schwefelsäure und hält sich auch durchschnittlich sehr niedrig. Wenn wir als obere Grenze für reines Tiefbrunnenwasser der Berliner Umgegend 20 Milliontel Schwefelsäure annehmen, so finden wir diesen Gehalt nur in 10 der vorliegenden Wasserproben überstiegen; unter diesen 10 sind es wiederum nur 3, welche sich wesentlich von jener Grenze entfernen, nämlich die Wässer der beiden Bohrlöcher Vb und IIb. Letztgenanntes Wasser mit 79 Milliontel Schwefelsäure zeigte auch den höchsten Chlorgehalt, wahrscheinlich aus gleicher Quelle örtlicher Verunreinigung. —

Während umgekehrt sehr niedrige Chlorgehalte als ein gutes Zeichen für die Beschaffenheit des Berliner Brunnenwassers sind, berechtigen niedrige Schwefelsäuregehalte durchaus nicht zu gleichen Schlüssen. — Ursprünglich schwefelsäurereiches Wasser kann durch die Einwirkung lebender Pflanzen arm an Schwefelsäure werden, aber der niedrige Gehalt kann auch eine Folge von stattfindender Fäulniss sein, welche die ursprünglichen Sulphate zu Schwefeleisen reducirt. Das schwefelsäureärmste Grundwasser von der städtischen Rieselwiese stammt immer von denjenigen Stellen, wo die aufgebrachte Spüljauche noch nicht vollständig verwandelt ist.

Bezüglich der Erdsalze halten sich die untersuchten Wasserproben dem Berliner Wasserleitungswasser nahe mit etwa 13 Grad natürlicher und einer halb so hohen bleibenden Härte.

Relativ hoch ist die bleibende Härte

für das moorige Wasser XVIIIc mit 13,3 Grad und das Wasser aus dem mehrerwähnten Bohrloch No. IIb mit 12,2 und „ 11,4 Grad; daran schliesst sich Wasser XIIIb „ 8,7 „
Vb M. „ 8,0 „
„ B. „ 6,8 „
XXVc M. „ 7,9 „
XVIIc M. „ 7,7 „
XIIa „ 7,6 „
XIXc „ 7,4 „
ferner XIa „ 6,4 „
IIIa B. „ 6,1 „ u. s. w.

Von der bleibenden Härte sind im Allgemeinen 2 bis 3 Grad aufgelöst bleibenden kohlensauren Kalk zu rechnen. Die Ursache einer grösseren bleibenden Härte kann eine sehr verschiedene sein. Zunächst wirkt hierauf ein Gehalt des Wassers an Magnesia-Carbonat, welches sich beim Kochen fast gar nicht abscheidet; ferner die Gegenwart von Sulphaten, Nitraten und Chlorüren der Erdbasen, sowie endlich die Gegenwart verschiedener organischer Substanzen. Chlorcalcium, bezüglich Chlormagnesium kommen in hiesiger Gegend so ausnahmsweise und zurücktretend vor, dass wir von ihnen hier absehen können. Meist reicht das Chlor nicht einmal ganz zur Sättigung des Natrium (als Chlornatrium) aus.

Auch die Salpetersäure kann nur für sehr wenige unserer Wasserproben eine merkbare Wirkung auf die bleibende Härte ausgeübt haben, fast nur für No. XIIIb und XVc.

Die Menge der Schwefelsäure dagegen, welche im reinen Tiefgrundwasser, wie in dem Wasser der Ober-Spree meist wenig mehr beträgt, als zur Sättigung der Alkalien — nach Abzug für das Chlor — nöthig ist, hat in einigen unserer Wasserproben entschieden die bleibende Härte gesteigert, z. B. in No. IIb B., Vb M. und B., XIIIb; XIa, XIIa u. s. w. Während aber in dem frischen Wasser die nach Sättigung der Alkalien übrige Schwefelsäure mit Kalk verbunden als Gyps angenommen werden muss, geht sie je nach der Menge des vorhandenen Magniumcarbonats beim Kochen mehr und mehr an Magnesia, unter Ausfüllung von Kalkcarbonat.

Durch Verbindungen von Kalk und Magnesia mit organischen Substanzen ist für unsere Wasserproben die bleibende Härte wahrscheinlich wenig merkbar erhöht worden; eine genauere Bestimmung ist nnr mit grossem analytischen Aufwand möglich.

Die natürliche Härte unserer Wasserproben variirt zwischen 34,8 Grad (No. XXVc M.) und 4,5 Grad (No. Xb B.); sie setzt sich zusammen aus der bleibenden Härte und der zeitlichen, welche letztere hier durch den beim Kochen ausgefüllten kohlensauren Kalk (einschliesslich einer sehr geringen Menge Magnesia) bedingt ist. Der Gehalt unserer Wasserproben an Kohlensäure, welche durch Kochen ausgetrieben wird, ist so niedrig, dass er bei der saponimetrischen Prüfung unbemerkt bleibt.

Ein Brunnenwasser von 35 Grad natürlicher Härte ist noch nicht unter die harten zu rechnen; es ist allerdings kein angenehmes Waschwasser mehr, kann aber noch ein recht gutes Trinkwasser sein und sogar caeteris paribus seines kräftigen Geschmacks wegen einem weicheren Wasser vorgezogen werden. Speziell aber für die Umgebung Berlin's deutet eine von 13 Grad sich wesentlich entfernende natürliche Härte auf lokale Verunreinigung des normalen Tiefgrundwassers.

Auf welchen Ursachen die Zunahme der bleibenden Härte beruht, ist bereits besprochen worden. Die Zunahme der zeitlichen Härte ist vor Allem auf eine lebhaftere Verwesung organischer Substanzen zurückzuführen, als eine reichliche Quelle für Kohlensäure, ohne welche das meteorische Wasser auch aus kalkreichem Diluvium nur wenig Kalk aufnehmen kann.

In kohlensäurefreiem Wasser löst sich nicht mehr Kalkcarbonat, als 3 Grad entspricht, die Kohlensäure, welche aus atmosphärischer Luft unter gewöhnlichen Verhältnissen vom Wasser absorbirt wird, steigert die Löslichkeit von kohlensaurem Kalk bis auf 7,5 Grad (Schlösing). Soviel kohlensaurer Kalk ungefähr ist im Wasser der Berliner Wasserleitung (oder der Ober-Spree) enthalten; durch Magnesia und kochbeständige Kalksalze (Gyps und organische Verbindungen) wird die natürliche Härte auf 11 bis 13 Grad gebracht.

Wenn nun in reinem Tiefgrundwasser hiesiger Gegend durchschnittlich ein fast übereinstimmendes Verhältniss beobachtet wird, so folgt hieraus erstens, dass, gleichviel ob wegen spärlicher Humusdecke oder wegen grosser Lockerheit der obersten Erdschichten, das Meteorwasser bei seinem Uebergang zu Grundwasser in der Regel nicht mehr Kohlensäure aufnimmt, als der Tension der atmosphärischen Kohlensäure entspricht, und zweitens, dass einzelne kohlensäurereichere und desswegen härtere Wässer einen exceptionellen Ursprung haben. Wiewohl dabei Verwesungsprozesse mitwirken müssen, so bedingen dieselben doch keineswegs eine salubre Schädigung an sich.

Ganz entgegengesetzt dem Vorkommen verhältnissmässig harten Tiefgrundwassers ist auch aussergewöhnlich weiches Wasser angetroffen worden, z. B.

No. Xb B. mit 4,5 Grad natürlicher Härte
„ IIIa M. „ 7,0 „ „ „
„ XIIb B. und XVc B. mit 7,2 Grad natürlicher Härte
und „ Va B. mit 8,5 Grad natürlicher Härte.

Besonders bei dem ersterwähnten Tiefgrundwasser muss dem dasselbe bildenden Meteorwasser Kohlensäure entzogen worden sein und zwar mit gleichzeitiger Sauerstoffberaubung, so dass das Wasser keine Gelegenheit mehr gefunden hat, Verwesungskohlensäure zu erzeugen und aufzunehmen. Eine derartige Complication kann durch Torfmoore bewirkt werden.

Die vegetirende Moosdecke verbraucht den Kohlensäuregehalt des Wassers und die tieferen Moorschichten absorbiren den Sauerstoff. Unmittelbar unter dem Moor wird das Wasser arm an Kohlensäure und Sauerstoff sein, aber verschiedene organische Bestandtheile der Moorsubstanz enthalten. Als solches möchte ich z. B. das Mischwasser IIIa, vielleicht auch das Bodenwasser XIIIb ansehen. Wenn bei weiterer Strömung des Tiefgrundwassers Erdschichten durchdrungen werden, welche organische Substanzen zu binden oder zu zersetzen vermögen, resultirt ein zu gleicher Zeit sehr reines und weiches Wasser; z. B. das Bodenwasser von No. Va, das wunderbar weiche Wasser No. Xb.

Das Bodenwasser No. Va ist etwas ausführlicher analysirt worden (siehe Tabelle B.);

ziehen wir von seiner natürlichen Härte = 8,5 Grad,
und von seiner bleibenden Härte . . . = 4,2 „
die durch Gyps . . . . . = 0,7 Grad,
und durch kohlensaures Magnesia = 0,6 „
Summa 1,3 Grad

bedingte Härte ab, so erhalten wir für kohlensauren Kalk
im frischen Wasser . . . . . = 7,2 Grad,
im verkochten Wasser . . . . = 2,9 „

demnach in grösster Uebereinstimmung mit der Seite 148/149 besprochenen Löslichkeit des kohlensauren Kalks in reinem Wasser sowohl unter Betheiligung als unter Ausschluss der atmosphärischen Kohlensäure.

Das Bodenwasser Xb ist frisch, nur unbedeutend härter als das oben erwähnte Va verkocht.

Bezüglich der organischen Substanz ist bereits angeführt worden, dass zufolge der Lehrmethode die bei weitem zahlreichsten Wasserproben, selbst die vom Boden geschöpften durch feinere und gröbere Humustheile mechanisch verunreinigt waren. Gewiss ist von diesen Stoffen auch etwas in Lösung gegangen und man hat anzunehmen, dass die Bodenwasserproben, wenn sie aus dem Diluvium, dem sie

durchgängig entsprungen sind und das wohl wenig andere organische Substanz als einzelne Braunkohlenfragmente einschliesst, unberührt von den seichteren Bodenschichten hätten emporgehoben werden können, einen ganz unerheblichen Gehalt an organischer Substanz gezeigt haben würden, sowie dass die stärkeren organischen Verunreinigungen des Mischwassers den oberen Bodenschichten entstammen.

Von den letzteren gehören mehrere den Süsswassermooren an oder befinden sich wenigstens in ihrer Nachbarschaft und im Bereich ihres Einflusses. Ausser den eigentlichen Humusstoffen, den neutralen wie sauren, enthält Moorwasser geringe Mengen sogenannter flüchtiger Fettsäuren: Ameisensäure und Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure und noch kohlenstoffreichere (vergleiche die Bemerkungen zu No. XIIIb und XVIIc). Ferner ist Moorwasser oft durch Gehalt an Eisenoxydul ausgezeichnet, das durch organische Substanz aus dem Eisenoxyd des Bodens gebildet wird, mit organischen Säuren oder Kohlensäure, bisweilen auch mit Schwefelsäure in Lösung geht und an der Atmosphäre wieder höher oxydirt als Eisenocher sich abscheidet (vergleiche die Bemerkungen zu No. VIa; VIIa; IIb; VIIb; XIIIb u. s. w.).

Endlich auch kommen in Moor- und Torfboden harzartige Stoffe vor, welche dem durchsickernden Wasser einen Geschmack nach Theer und Petroleum geben (vergleiche die Bemerkungen zu No. VIIa; VIIb und XXIVc).

Bekanntlich ist in Holstein und der Lüneburger Heide der Sandboden stellenweise, wie man annimmt, zufolge vorhandener Torfablagerungen so reichlich mit Asphaltstoffen durchzogen, dass er hierauf technisch verarbeitet wird. In der Umgebung Berlin's sind derartige Anhäufungen meines Wissens nach nicht beobachtet worden, und halte ich ihr Vorkommen auch nicht für wahrscheinlich.

Lebende Organismen sind in den untersuchten Wässern nicht aufgefunden worden; selbst von Diatomeenpanzern ist nur ein einziger isolirt angetroffen worden.

Zu dem Inhalt der Tabelle B. ist eine Erläuterung kaum nöthig; sie vervollständigt die Tabellen A. durch Detailbestimmungen des Gehaltes an Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Kali und Natron für das Mischwasser Ia und die Bodenwässer IIa, IVa und Va. Dem bereits als ausserordentlich rein erwähnten Wasser Va reihen sich No. IIa Ia und IVa an. Alle zeigen, trotz ihrer gegenseitigen Verschiedenheit, eine grosse Verwandtschaft mit dem Wasser aus dem Versuchsbrunnen am Müggelsee vom 4. December 1872.

Die vorliegenden Mittheilungen über die Beschaffenheit der untersuchten Bohrproben dürften zu dem Schlusse berechtigen, dass die Umgegend Berlins im Allgemeinen ein für städtische Wasserversorgung sehr gutes Tiefgrundwasser besitzt. Bei der Anlage von Wasserlei-

tungsbrunnen wird man sich selbstverständlich möglichst fern von dem Bereich des städtischen Grundwassers halten und ebenso die Nachbarschaft grösserer Torfmoore vermeiden. Die Entfernung, auf welche hin die letzteren ihren Einfluss geltend machen können, hängt von mehren Umständen ab, theils von ihrer Tiefe, theils von der Richtung des Grundwasserstromes, theils von der Beschaffenheit des Untergrundes, theils von der Intensität der Wasserentnahme relativ zu der Stärke des Grundwasserstroms; einige Hundert Meter Entfernung sollten nach meinem Dafürhalten genügen, um den ungünstigen Einfluss von Torfmooren bis zum Unmerklichen abzuschwächen.

Berlin, im März 1873.

Alexander Müller.

Tabelle A. 1.

Analysen

der

Wasser aus den Bohrlöchern.

Colonne a.

---

*) M. = Mischwasser.
**) B. = Bodenwasser.

Proben.				Grade.				
Datum der Entnahme.	No. des Bohrloches.	Tiefe Fuss	Art der Probe	Härte: natürliche.	Härte: zeitliche.	Härte: bleibende.	Schwefelsäure.	Chlor.
Februar 12.	Ia.	55	M.*)	12,6	8,0	4,6	2,4	1,5
„ 21.	IIa.		M.	13,1	8,7	4,4	2,6	2,5
	„	31	B.**)	11,0	6,6	4,4	1,1	1,5
März 1.	IIIa.		M.	7,0	1,9	5,1	1,5	2,5
	„	49	B.	12,9	6,8	6,1	1,1	1,8
„ 7.	IVa.		M.	15,1	10,3	4,8	2,5	3,8
	„	43	B.	14,0	9,2	4,8	1,5	3,0
„ 13.	Va.		M.	10,4	6,2	4,2	2,0	1,8
	„	36	B.	8,5	4,3	4,2	1,0	0,9
„ 22.	VIa.		M.	12,1	7,5	4,6	?	2,6
	„	35	B.	11,5	6,6	4,9	1,4	1,6
April 1.	VIIa.		M.	12,1	8,0	4,1	?	1,7
	„	36	B.	13,1	7,8	5,3	1,6	1,8
„ 11.	VIIIa.		M.	14,5	10,1	4,4	?	1,8
	„	62	B.	13,3	9,1	4,2	2,2	1,4
April 22.	IXa.		M.	13,1	7,2	5,9	?	1,6
	„	37	B.	13,0	7,8	5,2	2,7	1,7
„ 27.	Xa.		M.	13,7	9,4	4,3	?	1,8
	„	37	B.	14,9	10,8	4,1	0,8	1,4
Mai 6.	XIa.	40	M.	11,9	5,5	6,4	3,3	2,4
„ 12.	XIIa.	56	M.	14,1	6,5	7,6	2,7	3,4
December 14.	XIIIa.	50	M.	10,6	5,4	5,2	1,0	0,9
	„	92	M.	10,5	5,3	5,2	1,5	1,0
	„	92	B. (?)	10,8	5,3	5,5	1,2	1,0

*) M. = Mischwasser.
**) B. = Bodenwasser.

Milliontel.				Bemerkungen.	
Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.		
19,4	10,5	0,5	0,9	klären sich bald über sandigem Bodensatz; Geschmack rein.	
21,2	17,4	∠0,5	0,8		
9,0	10,9	∠0,5	∠0,1		
12,0	17,4	0	2,5	humos, gelblich.	Aus dem Torf-Fenn.
9,0	12,6	0	2,0	weniger gelblich.	
20,0	27,3	1	0,6	trüb aber farblos.	
12,0	21,5	1	0,1		
16,0	12,6	1	0,2		
8,0	6,6	0,5	∠0,1	sehr gut sich klärend.	
?	18,5	0,5	0,6	rostgelber Bodensatz, schwacher Eisengeschmack.	An der Möckernitz.
11,5	11,6	0,5	0,6	weniger Eisengehalt, klärt sich bald, schmeckt rein.	
?	12,1	0,5	∠0,6	rostgelber Bodensatz, schmeckt theerig.	Auf dem Vogelsang.
14,9	12,6	0,5	∠0,6	schlammig, klärt sich schwierig, schmeckt ziemlich rein.	
?	12,8	1	0,3	wenig brauner Sand; klärt sich gut.	
18,0	10,0	1	0	noch klarer; schmeckt rein.	
?	11,7	∠1	0,5	brauner Sand; schmeckt weichlich.	
21,3	11,7	∠0,5	0,5	besser.	
?	13,1	1	0,5	sehr trüb und dunkel; Geschmack rein.	Südlich des Schifffahrts-Canales.
6,4	10,2	4	0,3	weniger desgl. ; Geschmack rein.	
26,7	17,2	∠1	0,5	klärt sich gut über braunem Sand; Geschmack rein.	
22,0	24,1	∠0,5	0,3	trüblich, ohne viel Bodensatz; Geschmack rein.	
7,7	6,5	0	0,1	klären sich schnell; schmecken rein.	
12,0	6,8	0	0,2		
9,6	6,8	0	0,2		

Tabelle A. 2.

Analysen

der

Wasser aus den Bohrlöchern.

Colonne b.

Proben.				Grade.				
Datum der Entnahme.	No. des Bohrloches.	Tiefe Fuss	Art der Probe	Härte: natürliche.	Härte: zeitliche.	Härte: bleibende.	Schwefelsäure.	Chlor.
Juni 10.	IIb.		M.*)	30,4	19,0	11,4	?	13,8
	„	40	B.**)	31,5	19,3	12,2	9,9	11,0
„ 20.	IIIb.		M.	11,5	5,3	6,2	?	1,7
	„	50	B.	11,0	5,1	5,9	3,0	1,2
„ 28.	Vb.		M.	24,7	16,7	8,0	8,6	2,0
	„	50	B.	24,9	18,1	6,8	7,3	1,7
Juli 27.	VIIb.		M.	16,5	10,8	5,7	0,9	1,4
	„	41	B.	15,0	11,2	3,8	0,8	1,3
October 9.	VIIIb.	55	B.	19,5	15,1	4,4	1,6	4,4
	„	100	B.	20,1	15,6	4,5	0,8	3,3
August 6.	IXb.	45	B.	15,0	9,4	5,6	1,6	1,8
„ 9.	Xb.	47	B.	4,5	0,3	4,2	0,9	1,1
„ 15.	XIb.	60	B.	13,7	10,3	3,4	1,0	2,1
„ 19.	XIIb.	47	B.	7,2	2,5	4,7	1,5	2,0
„ 23.	XIIIb.	50	B.	10,6	1,9	8,7	4,0	1,7

*) M. = Mischwasser.
**) B. = Bodenwasser.

Milliontel.				Bemerkungen.
Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.	
?	98,0	2	0,3	sandig schlammig, mit Ockerabscheidung.
79,0	78,1	4	∠0,1	
?	12,1	2	0,6	ziemlich rein über sandigem Bodensatz.
23,9	8,6	3	0,1	
69,2	14,2	0	0,4	wenig bräunlicher Bodensatz, Geschmack rein.
58,8	12,3	0	0,1	viel mooriger
7,0	10,2	0	0,1	viel rostgelber Bodensatz; Petroleumgeschmack.
6,2	9,4	∠0,5	0,2	reiner.
13,1	31,6	∠0,5	0,1	lange trüb.
6,3	23,6	∠0,5	0,2	
13,2	12,8	1	0,5	bräunlich trüb, klärt sich langsam.
6,9	7,7	1	0,1	sehr klar und rein. Am weitesten östlich.
7,8	14,9	1	0,4	lange trüblich, schmeckt rein.
11,8	14,4	1	0,5	bräunlich trüblich.
32,3	11,8	20	0,8	Spur Eisen- und Buttersäure.

Tabelle A. 3.

Analysen

der

Wasser aus den Bohrlöchern.

Colonne c.

Datum der Entnahme	Probe	No. der Bohrlöcher	Tiefe der Bohrlöcher Fuss	Art der Probe	Härte: natürliche	Härte: zeitweilig bleibende	Härte: bleibende	Chlor in Grammen pro Liter
Probe unter dem Thon entnommen.								
Mai 17. dessgl.	IIIc.	60		B.*)	17,4	12,7	4,7	1,6	1,2
"	IVc.	52		B.	13,6	9,3	4,3	1,5	1,7
"	Xc.			M.	20,0	14,0	6,0	?	1,3
Juli 15.				B.					
"	XIc.	62		B.	19,0	14,2	4,8	1,9	1,4
" 29.		47		B.	20,2	14,2	6,0	?1	1,5
August 2.	XIIc.	18		B.	18,2	8,3	4,0	1,3	2,3
" 12.									
" 29.	XVc.	36		B.	7,2	1,2	6,0	1,3	2,7
September 4.	XVIc.	40		B.	13,0	10,1	4,9	1,0	0,6
"	XVIIc.			M.	23,6	15,9	7,7	0,8	3,5
" 8.				B.	23,1	20,7	4,4	0,6	2,1
" 18.	XVIIIc.	60		B.	29,3	16,0	13,3	1,1	3,3
" 17.	XIXc.	36		B.	22,6	15,2	7,4	1,4	1,2
" 20.	XXc.	36		B.	14,5	10,3	4,2	1,7	1,5
	XXIc.	20		B.	13,3	8,0	5,3	1,4	1,2
" 25.	"	60		B.	11,6	6,7	4,9	1,3	1,0
" 28.	XXIIc.	60		B.	21,1	14,8	6,3	1,1	1,2
	XXIIIc.	24		B.	12,7	7,9	4,8	1,2	2,0
October 8.	"	62		B.	11,5	6,8	5,7	1,3	2,4
	XXIVc.	36		M.	14,7	9,3	4,8	1,1	1,6
"	"	36		B.	14,6	8,5	6,1	1,4	1,4
November 16.	"	100		M.	16,0	10,8	5,4	1,6	1,7
	XXVc.			M.	34,8	26,9	7,9	?.	2,4
"	"	30		B.	12,4	6,2	6,2	3,1	0,9

*) M. = Mischwasser.
**) B. = Bodenwasser.

Proben.				Grade.				
				Härte.				
Datum der Entnahme.	No. des Bohrloches.	Tiefe Fuss	Art der Probe	natürliche.	zeitliche.	bleibende.	Schwefelsäure.	Chlor.
Probe unter dem Thon entnommen.	IIIc.	60	B.**)	17,4	12,7	4,7	1,6	1,2
Mai 17. desgl.	IVc.	52	B.	13,6	9,3	4,3	1,5	1,7
Juli 15.	Xc.		M.*)	20,0	14,0	6,0	?	1,3
	„	62	B.	19,0	14,2	4,8	1,9	1,4
„ 25.	XIc.	47	B.	20,2	14,2	6,0	2,1	1,5
August 2.	XIIc.	48	B.	13,2	8,3	4,9	1,3	2,5
„ 12.	XIIIc.	60	B.	16,0	10,8	5,2	1,7	0,9
„ 29.	XVc.	56	B.	7,2	1,2	6,0	1,3	2,7
September 4.	XVIc.	40	B.	15,0	10,1	4,9	1,0	0,6
	XVIIc.		M.	23,6	15,9	7,7	0,8	3,5
„ 9.	„	61	B.	25,1	20,7	4,4	0,6	2,1
„ 13.	XVIIIc.	60	B.	29,3	16,0	13,3	1,1	3,5
„ 17.	XIXc.	56	B.	22,6	15,2	7,4	1,4	1,2
„ 20.	XXc.	56	B.	14,5	10,3	4,2	1,7	1,5
	XXIc.	20	B.	13,8	8,0	5,8	1,4	1,2
„ 25.	„	60	B.	11,6	6,7	4,9	1,8	1,0
„ 28.	XXIIc.	60	B.	21,1	14,8	6,3	1,1	1,2
	XXIIIc.	24	B.	12,7	7,9	4,8	1,2	2,0
October 8.	„	62	B.	11,5	5,8	5,7	1,5	2,4
	XXIVc.	56	M.	14,7	9,9	4,8	1,1	1,6
	„	56	B.	14,6	8,5	6,1	1,4	1,4
November 16.	„	100	M.	16,0	10,6	5,4	1,6	1,7
	XXVc.		M.	34,8	26,9	7,9	?	2,4
	„	50	B.	12,4	6,2	6,2	3,1	0,9

*) M. = Mischwasser.
**) B. = Bodenwasser.

Milliontel.				Bemerkungen.	
Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.		
12,9	8,7	0	∠0,1	viel	feiner grauer Sand, Wasser ohne Geschmack und Farbe.
11,8	12,3	0	0,1	weniger	
?	9,0	∠0,5	0,5	bräunliche Flocken; schmeckt fast rein.	Wiese am Alt-Landsberger Fliess.
15,0	9,9	∠0,5	0,5	ohne Farbe und Geschmack über wenig Sand.	
16,5	10,4	1	0,4	viel brauner Sand.	
10,2	17,4	∠0,5	0,4	schmeckt schwach torfig.	
13,6	6,5	∠0,5	0,4	schmeckt schwach dumpfig.	Nördlichstes Bohrloch; nur feine Sande.
10,0	19,5	10	0,4	sehr klar über wenig hellgrauem Sand.	
8,3	4,3	∠0,5	0,2	nicht ganz so klar.	Mahlsdorfer Tränke.
6,6	25,0	∠0,5	2	trüb über schlammigem Sand, Spur Buttersäure.	
4,9	15,1	0	0,7	gut geklärt über dunklem Sand, Spur Propionsäure.	
9,2	25,1	0	0,5	viel mooriger Sand.	
11,3	8,2	10	0,5	weniger, rostgelber Sand.	
13,7	10,4	0	0,2	klärt sich langsam; schmeckt rein.	
11,3	8,4	0	0,5	weniger trüb; schmeckt rein.	
8,6	7,4	0	0,5		
9,2	8,9	0	0,5	lange trüb über schlammigem Sand. (Thon wahrscheinlich).	Schlenke an der Versuchsstation.
9,3	14,5	0,5	0,2		
12,4	17,2	∠0,5	0,2	sehr klar über rostgelben Flöckchen.	
8,7	11,1	∠0,5	∠0,1	schlammiger Sand.	
11,1	10,2	∠0,5	0,1		
12,8	11,9	0	0,6	desgl., schmeckt schwach theerig.	
?	17,0	0	0,3	sehr schlammig. (Sumpfterrain.)	Rohrlaacke.
25,1	6,3	0	∠0,1	klarer mit reinem Geschmack.	

Tabelle B.

Bestandtheile.	Milliontel.				Grade.			
	Ia.	IIa.	IVa.	Va.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
Kieselsäure	10,4	20,0	15,1	12,3	—	—	—	—
Kalk	61,4	49,0	76,2	45,6	10,96	8,76	13,6	8,15
Magnesia	4,0	3,5	5,5	2,5	1,0	0,9	1,4	0,6
Kali	3,7	0,5	0,6	0,3	0,39	0,05	0,06	0,03
Natron	14,0	13,0	18,0	7,5	2,25	2,08	2,90	1,21
Schwefelsäure	19,4	9,0	12,0	8,0	2,4	1,1	1,5	1,0
Chlor	10,5	10,9	21,5	6,6	1,49	1,54	3,02	0,93

In allen 4 Wässern fand sich eine Spur Eisen und Thonerde, letztere überwiegend in No. Va.

Der Gehalt an organischer Substanz hat wegen Zeitmangel nicht genau bestimmt werden können, war aber jedenfalls sehr gering (wenige Milliontel) besonders bei No. Va, dessen Verdampfungsrückstand beim Glühen kaum merkbar sich schwärzte.

Mit Verbindung der Säuren und Basen zu Salzen wird die Zusammensetzung folgende:

Bestandtheile.	Milliontel.				Grade.			
	Ia.	IIa.	IVa.	Va.	Ia.	IIa.	IVa.	Va
kohlensaure Magnesia	8,4	7,4	11,6	5,2	1,0	0,9	1,4	0,6
kohlensaurer Kalk	97,1	82,5	122,0	74,5	9,71	8,25	12,2	7,45
schwefelsaurer „	17,0	6,9	19,5	9,5	1,25	0,51	1,44	0,70
„ Kali	6,8	0,9	1,0	0,5	0,39	0,05	0,06	0,03
„ Natron	10,8	7,7	0,0	3,8	0,76	0,54	0,00	0,27
Chlornatrium	17,4	18,0	34,6	10,9	1,49	1,54	2,95*)	0,93

Die Seifentitrirung hatte ergeben:

Härte	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
natürliche	12,6°	11,0°	14,0°	8,5°
zeitliche	8,0°	6,6°	9,2°	4,3°
bleibende	4,6°	4,4°	4,8°	4,2°

also ziemlich übereinstimmend mit der nach der Gewichtsanalyse berechneten, ausser bei Wasser No. IIa., welches aus unbekannt gebliebenem Grunde einen Ueberschuss von 1⅓ Grad zeigt.

*) Als Mittel von 2,90 Grad Natron und 3,02 Grad Chlor.

Anlage V.

Bericht

über

die im Januar und Februar 1871 im Müggel- und Tegeler-See vorgenommenen Grundbohrungen.

Tabelle B.

	Grädigkeit			Grade.			
	Ia.	IIa.	IVa.	Va.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
Wasser No. Ia.	3,4	2,4	11,6	6,2	1,0	0,8	1,4	1,0
" " IIa.	102,1	92,5	1320	74,6	9,71	8,25	12,2	7,45
" " IVa.	13,0	6,0	43,6	9,5	1,35	0,51	1,44	0,70
" " Va.	4,8	0,8	1,6	0,5	0,80	0,05	0,06	0,03
Salzsee	108	77	92	48	6,76	6,64	0,00	0,32
Chlorcalcium	17,3	18,0	54,0	10,9	1,40	1,54	2,05	0,76

Die Schwefelsäure hätte ergeben:

	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
Härte				
natürliche	12,5°	11,0°	14,0°	8,5°
zeitliche	8,0°	6,8°	9,2°	4,3°
bleibende	4,5°	4,1°	4,8°	4,2°

also ziemlich übereinstimmend mit der nach der Gewichtsanalyse berechneten, ausser bei Wasser No. IIa., welches aus unbekannt gebliebenem Grunde einen Ueberschuss von 1½ Grad zeigt.

*) Als Mittel von 2,8 Grad Natron und 3,2 Grad Chlor.

In Folge des Antrages des Unterzeichneten vom 15. December 1870 ertheilte der Magistrat unter dem 23. December 1870 die Erlaubniss zur Vornahme der obigen Bohrungen. Der Zweck derselben war, den Untergrund oder Seeboden des Müggel- und Tegeler-See's eingehender zu untersuchen, als dies bei den früheren Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserversorgung Berlin's (veröffentlicht 1871, Berlin, D. Reimer) hatte geschehen können. Die anhaltende Kälte des Winters 1870/71 bot hierzu eine günstige Gelegenheit, indem beide Seen sich mit einer starken Eisrinde bedeckt hatten, von welcher aus die Bohrungen mit Sicherheit vorgenommen werden konnten. Allein so günstig dies sich auch für die Aufstellung des Bohrzeuges erwies, so beeinträchtigte andererseits die bis 16 und mehr Grade Reaum. steigende Kälte und der dabei anhaltende Wind die Arbeiten, indem beide es den Arbeitern unmöglich machten, auf dem Eise lange auszuhalten, und, ohne Schutz gegen den erstarrenden Wind, mit den eisernen Geräthen zu hantiren. Tagelang haben deshalb die Arbeiten ausgesetzt werden müssen. Haben aus diesen Gründen dieselben auch nicht so weit ausgedehnt werden können als beabsichtigt war, so sind sie doch für die Kenntniss des Terrains und des Untergrundes der Seen von der grössten Wichtigkeit geworden, und haben diejenigen Punkte klar gelegt, welche weiter zu untersuchen sein werden. Es wird dies sowohl im Sommer von sicheren festen Fahrzeugen aus, oder bei Winterzeit vom Eise aus geschehen können.

Die Bohrungen selbst begannen in den ersten Tagen des Januars 1871, und konnten bis Ende Februar fortgesetzt werden; zu welcher Zeit das rasch steigende Wasser das Eis in Bewegung brachte und in Verbindung mit dem starken Thauwetter jede weitere Arbeit unmöglich machte. In dieser Zeit wurden an 4 Stellen in jedem der beiden Seen tiefe Bohrlöcher getrieben, von denen 7 je 45 bis 54 Fuss unter den Wasserspiegel hinabstiegen, eines aber nur 35 Fuss, da es durch einen grossen Stein vollständig gesperrt wurde. Diese 8 Bohrlöcher waren bei rot. 30° Abstand vom Ufer und rot. 10 Fuss Wassertiefe angesetzt. Ausserdem wurden noch 4 Bohrlöcher näher nach dem Ufer zu getrieben, und mehrere Untersuchungen des obersten Seebodens an Stellen gemacht, welche aussergewöhnliche Ablagerungen gezeigt hatten.

Die 4 Bohrlöcher im Tegel liegen auf der Ostseite des Sees und karakterisiren, in der Uferlinie gemessen, eine Länge von mindestens 700 Ruthen, aller Wahrscheinlichkeit aber noch eine weit grössere Ausdehnung. Die einzelnen Bohrlöcher liegen zwar nur rot. 180°, die äussersten nur 550° von einander entfernt, aber der Untergrund ist ein durchaus gleichartiger. Es ist daher weiterhin, zu beiden Seiten der Bohrlöcher, nicht nur die halbe Entfernung der letzteren als noch aus demselben Material bestehend anzunehmen, sondern es kann als sicher hingestellt werden, dass: der gleichmässigen Uferbildung und dem gleichförmigen Karakter der weiteren Umgegend dieser Seeseite entsprechend, und mit den gleichmässigen Tiefencurven übereinstimmend (siehe Blatt 16 der Vorarbeiten) auch der Untergrund des Sees an seiner ganzen Ostseite ein ganz gleichförmiger sein wird. Die Lage der Bohrlöcher selbst ist auf Blatt 4 der Vorarbeiten nachgetragen und auf den der Bohrtabelle beigegebenen Skizzen bezeichnet; sie beginnen zwischen dem Dorfe Tegel und dem Egells'schen Eisenhammer und ziehen sich nach dem Reiswerder hin bis zur Grenze der Gemeinde-Haide. Die durchstossenen Schichten sind bildlich auf Blatt 7 (II.) dargestellt. Bei allen 4 Bohrlöchern, sowie bei mehreren ausserdem angestellten Untersuchungen, fand sich die Oberfläche des Seebodens vollständig rein, frei von jedem Schlamm oder vegitabilischen Ablagerungen, und mit verhältnissmässig wenigen Muscheltrümmern bestreut, welche auch nur wenig mit der oberen Sandlage gemengt waren. Als oberste Decklage fand sich überall scharfer Kiessand, der als Grundlage einen Sand von scharfem, mehr oder weniger grobem, öfter sehr grobem Korn hatte; derselbe war stets rein und von heller Farbe, und setzte sich nach unten, mit Steinen reichlich untermischt, fort. Bei 2 Löchern ging er bei rot. 37′ Tiefe in feineren, bei Bohrloch c in 43 bis 54′ Tiefe in feinen, aber weissen und scharfen Sand über. An einigen Stellen fanden sich abgerundete Braunkohlenstücke. Steine zeigten sich in allen Grössen, und erschwerten nicht nur durch ihre Grösse die Arbeit, sondern machten dreimal das weitere Eintreiben der Bohrröhre unmöglich; Bohrloch a musste bei 35′ aufgegeben werden, weil das Rohr auf einem grossen Steine fest aufsass, und Bohrloch b^1 musste aus gleichem Grunde bei 27′ aufgegeben werden; auch Loch b^2 stand bei 49′ auf einem solchen.

Der Untergrund im Tegel hat sich hiernach in der ganzen Uferlinie als vollständig rein und frei von Ablagerungen ergeben, und besteht bis in die erbohrten Tiefen von 35 bis 54 Fuss unter Wasserspiegel, rot. 24 bis 44′ im Untergrund, aus reinem, meist sehr grobkörnigem Sande, mit reichlich eingemengten Steinen und Steinchen, welche letztere ihn oft zu Kiessand machen. Die auf der Oberfläche des Seebodens gefundenen Lagen glichen den bei starken Winden an

den Ufern ausgespülten Streifen von groben Sanden und Steinchen, so ausgewaschen erschienen sie; vielleicht deutet dies auf die Einwirkung des Windes und Wellenschlages auf dem Seeboden, der die freieren, leichteren Theile entführt und an das Ufer abgegeben hat. Bei fortgesetzten Untersuchungen würde die Uferlinie weiter zu verfolgen, und Stellen mit grösserer, sowie mit geringerer Wassertiefe werden zu untersuchen, die oben aufgestellte Vermuthung zu prüfen sein.

Nicht so günstig hat sich der Untergrund des Müggel ergeben. Es sind in diesem ebenfalls 4 Hauptbohrlöcher von 45 bis 52 Fuss Tiefe unter dem Wasserspiegel getrieben worden, also rot. 35 bis 42 Fuss in den Seeboden selbst eindringend. Diese beherrschten eine Uferlinie von rot. 700 bis 800°, indem die beiden äussersten Bohrlöcher 600° auseinander lagen. Sie zogen sich am Nordrande des Sees entlang, als demjenigen Seeufer, welches bei den früheren Untersuchungen als das geeignetste zu den in Aussicht genommenen Bauanlagen nachgewiesen war. Die Bohrlöcher sind auf Blatt 3 der Vorarbeiten nachgetragen und in den der Bohrtabelle beiliegenden Skizzen bezeichnet, die durchstossenen Schichten auf Blatt 6 (I. u. II.) aufgetragen. Sie beginnen rot. 120° östlich von Friedrichshagen und ziehen sich nach Rahnsdorf zu. Sie sind bei rot. 10′ Wassertiefe in rot. 30° Abstand vom Ufer angesetzt worden.

Zwei derselben, die östlich nach Rahnsdorf zu gelegenen No. 3 und No. 4 haben sehr günstige Resultate ergeben, ganz denen im Tegel ähnliche, nämlich einen von Ablagerungen reinen, nur von verhältnissmässig geringen Muschelresten überstreuten Seeboden, scharfen groben Sand oder selbst Kiessand, in wechselnden Lagen mit Steinen von den verschiedensten Grössen untermischt. Aehnlich wie im Tegel hat sich bei No. 4 in den unteren Schichten von 32′ ab der Sand kleinkörniger, selbst bis zu feinem Sande gefunden, der aber stets rein, hellfarbig und scharf war. Bei No. 3 fand sich, ähnlich 2 Bohrlöchern die s. Z. auf der Südseite des Sees ausgeführt worden waren, eine Thonablagerung in 45′ Tiefe, die 5′ angebohrt wurde; von grosser seitlicher Ausdehnung ist diese keinenfalls, da die Bohrlöcher 4 und 2, und auch das früher ausgeführte am Ufer gegenüberliegende Bohrloch XII, in gleicher Tiefe keinen Thon nachwiesen. Diese östliche Seite des Sees hat sich daher, den früheren Untersuchungen entsprechend, als vollständig gut und brauchbar für die vorliegenden Zwecke erwiesen.

Der mehr westliche Theil hat dagegen nur im tieferen Untergrund, von rot. 22 bis 24′ unter dem Wasserspiegel ab, die obigen guten Eigenschaften gezeigt. Die darüber liegenden 10 bis 12′ des oberen Seebodens zeigten sich dagegen theils unrein, theils in den obersten Lagen aus einer eigenthümlichen Masse bestehend, die zuerst

als Schlamm erscheinen wollte. Der gewöhnliche Klappenbohr brachte kaum hinreichende Proben herauf, so hatte diese Masse sich beim Bohren zu einen dünnflüssigen Brei zusammengeschüttelt; die ganze Ablagerung zeigte sich so locker, dass das Bohrrohr 5 Fuss und selbst mehr ruckweise zog. Um der Ausdehnung dieser eigenthümlichen Ablagerung nach dem Ufer zu näher zu treten, wurden in verschiedenen Entfernungen von demselben die Bohrlöcher 1a und 1b und 2a und 2b angesetzt, die wenigstens die Einwirkung derselben noch in einem Abstand von 40 bis 80 Schritt von den ersten Bohrlöchern nachwiesen. Die Tiefe dieser Einwirkung nach unten war genau nicht zu bestimmen; es war nicht genau festzustellen, ob die fragliche Masse wirklich so tief eingedrungen war als die Bohrproben zeigten, oder ob nur durch den Process des Bohrens die oben auflagernde schlammige Masse mit dem unteren Sande sich gemengt hatte. An einigen Stellen wenigstens war dies letztere entschieden der Fall.

Der Natur dieser Ablagerung näher zu treten, wurden zunächst in der Nähe von Bohrloch 2 mit einem Sackbohrer versucht Unvermischtes derselben aufzubringen. Der Sackbohrer nahm eine Schicht von rot. 1 Fuss von der Oberfläche ab, und brachte eine gemischte braune Masse auf, in welcher sich deutlich Sand als ein Hauptbestandtheil erkennen liess. Da dies nicht genügen konnte, so wurden andere Bohrer angefertigt und schliesslich ein 2' langer ganz geschlossener Bohrer konstruirt, der seinen Inhalt als einen Cylinder ungemischt und in seiner ursprünglichen Lagerung heraufbrachte; nur das Eindringen des Wassers beim Heraufziehen konnte selbstredend nicht verhindert werden. Mit diesem Bohr gelang es 6 bis 9 Fuss tief in den Seeboden einzudringen.

Um Bohrloch No. 1, wo sich die genannte Ablagerung am stärksten und weitest ausgedehnt gezeigt hatte, wurde mit diesem Bohr vorgegangen. Von den Massen, die er aufbrachte, liessen sich 3 Arten deutlich unterscheiden, besonders nachdem sie durch Verdunsten abgetrocknet waren.

Die erste dunkelbraun gefärbt, enthielt sichtbar zum grossen Theil Sand untermengt, ähnlich den mit dem Sackbohr aufgebrachten Proben. — Die zweite war eine mehr gleichmässige dunkelbraune Masse von äusserst feinem, fast schlammigem Gefüge. Sie hat mit Sand gemengt No. 1 gebildet. — Die dritte war hellgrau, sehr fein zertheilt, mit Wasser gemengt schlammig, und thonähnlich ohne plastisch zu sein. Sie fand sich nur vereinzelt und der vorigen eingebottert.

Es fragte sich nun, ob diese Ablagerungen einer Wasserentnahme aus den tieferen Schichten des Seeufers nachtheilich oder selbst gefährlich werden können, resp. ob sie der Jetzzeit angehören, Neubildungen sind, welche sich auch mit der Zeit über den ganzen See aus-

dehnen, und dadurch die genannte Wasserentnahme beeinträchtigen, ja sie allmälig ganz verhindern könnten.

Nach den Untersuchungen des Professor Dr. Müller, dessen Beurtheilung hier im Original beiliegt, ist No. 3 ein thonartiger Mergel; No. 2 dagegen der in Schweden unter dem Namen Gyttje bekannte Kieselinfusorien-Moor mit organischer Masse und feinem Sand gemengt.

Der Thonmergel tritt nach den diesseitigen Untersuchungen nur sehr vereinzelt in isolirten eingeschwemmten Nestern in der Gyttje auf, und kann als gegen Wasser wenig durchlassend, hier ausser Betracht kommen; dies um so mehr, als nach dem Urtheil des Herrn Dr. Müller selbst ein Schütteln mit Wasser nur auf eine Erhöhung des Härtegrades hinwirkt; die sehr vereinzelten kleinen Nester aber auch sonst auf eine Wasserentnahme am Ufer nicht störend einwirken würden. Ebenso zeigte sich No. 1 fast indifferent. No. 2 dagegen giebt dem durchziehenden Wasser eine geringe Menge organischer Substanz (Humussubstanz) ab, und verwandelt dadurch den Sauerstoff des Wassers in Kohlensäure; von seinen mineralischen Bestandtheilen lösen sich dabei nur Spuren. Da bei einer tief genug angelegten Wasserentnahme das Wasser die unter der Gyttje lagernden Sandschichten zu durchziehen haben würde, so kann der obige Vorgang als ohne Bedeutung für die Güte des Wassers bezeichnet werden. Das Wenige, was von Humussubstanz im Wasser aufgelöst würde, würde eben durch den Sauerstoff des Wassers in Kohlensäure übergeführt. Eine mechanische Verunreinigung des unterlagernden Sandes ist ebenso wenig zu befürchten, da die äusserst langsame Bewegung, mit welcher das Wasser durch jene Sandschichten ziehen würde (siehe die „Vorarbeiten“) die Sicherheit gewährt, dass keine mechanische Bewegung hervorgerufen wird, also keine Aenderung in jenen Ablagerungen eintritt. Das äusserst lockere Gefüge ferner, in welchem jene Ablagerungen geschichtet sind, wird stets dem Wasser leicht den Durchgang gestatten, falls dies nöthig sein sollte, denn Herr Dr. Müller bemerkt ganz richtig, dass selbst eine starke Wasserentnahme bei der grossen Durchlässigkeit der rings herum lagernden Sandschichten, durch das Zuströmen von den Seiten her gedeckt sein würde, ohne jene Ablagerungen durchziehen zu müssen. Jedenfalls ist die Ungefährlichkeit dieser Ablagerungen hier zu konstatiren!

Wenn hiernach von jenen Ablagerungen nichts für die vorliegenden Zwecke zu fürchten ist, so wird bei den folgenden weitergehenden Untersuchungen und Versuchen, denselben dennoch eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen sein; ihre Ausdehnung, Mächtigkeit, ihre Natur u. s. w. wird näher zu bestimmen sein. Von grosser Wichtigkeit ist aber, dass die Analyse die schlimmsten Bestandtheile, als Infusorien-Rückstände nachgewiesen hat, deren Fortbildung nicht mehr

stattfindet. Es scheint überhaupt diese ganze Ablagerung in der Westseite des Sees sich auf eine längst vergangene Zeit zurückführen zu lassen, nämlich auf diejenige Zeit, in welcher die alte und ursprüngliche Verbindung zwischen Müggel und Dahme sich zubaute. Diese alte Verbindung ist heut noch in der Wiese zu erkennen, welche an dem westlichen Abhang der Müggelberge sich vom Müggelsee nach der Dahme hinüberzieht, und noch jetzt bei Hochwasser überfluthet wird. Als dieser Wasserweg von den Infusorien zugebaut wurde, hat wahrscheinlich eine Einschlämmung des Baumaterials in den Müggelsee stattgefunden, und jene Ablagerungen gebildet. Dies wird durch einen Blick auf die Tiefenkarte des See's (siehe Blatt 9 der Vorarbeiten) fast zur Gewissheit. Die an dieser Westseite des Sees ganz auffallend einspringenden, d. h. vom Ufer sich abwendenden Tiefenkurven, scheinen eine nicht ursprüngliche, sondern später eingetretene Ablagerung nachzuweisen. Die weiteren Untersuchungen werden auch hierüber Gewissheit zu schaffen haben; die Uebereinstimmung der Ergebnisse der vor Jahren ausgeführten Tiefenmessungen mit den diesjährigen Bohrungen ist mindestens auffallend und ein Fingerzeig.

Auf einen Umstand ist in diesem Bericht noch aufmerksam zu machen, obschon er nicht direkt den Bohrungen angehört. Die diesmal gefundenen Tiefen scheinen nicht ganz mit den früher gemessenen zu stimmen, selbst abgesehen von den geänderten Wasserständen. Die Wassertiefen an den Ufern hin scheinen danach im Müggel grösser, im Tegel kleiner zu sein, als früher gemessen. Diese Differenz erklärt sich zunächst aus der Ungenauigkeit der Messungen nahe an den Ufern bei allen nach Zeit ausgeführten Peilungen. Einen zweiten Einfluss musste der geänderte Seespiegel haben, der im Müggel Ende Februar bis 3 Fuss, im Tegel bis 4 Fuss höher war als Ende September 1868; zu Anfang der Bohrungen betrugen diese Differenzen nur 1' 5" und 2'. Da nun die Seeränder 1868 bei den Messungen nicht so markirt worden waren, dass die jetzigen dagegen festgestellt werden konnten, so war eine genaue Vergleichung überhaupt nicht möglich, und musste ein steiler als der Seeboden ansteigendes Ufer zu verhältnissmässig grösseren Tiefen, ein flacher ansteigendes zu verhältnissmässig geringeren führen. Dieser Punkt wird später ebenfalls zu klären sein. Es wäre ein Vortheil für den vorliegenden Zweck, wenn der Tegel, der früher bei rot. 16—17° Abstand vom Ufer zu 15' Tiefe angenommen war, sich als flacher ergeben würde; die Einwirkung des Wellenschlages würde dadurch auf einen grösseren Theil des Seebodens gesichert sein. Der Müggelsee dagegen ist so flachufrig, dass eine Einbusse in dieser Beziehung, besonders bei seinem sehr starken Wellenschlag, nicht von Belang sein würde. —

Während der ganzen Zeit der Bohrungen konnte ferner am Müggel eine Erscheinung konstatirt werden, welche den unterirdischen Wasserzug im Terrain nach dem See hin, ausser Frage stellt. Es zeigte sich nämlich, dass selbst nach dem monatelangen anhaltenden und starken Frost des Winters 1870/71, der den ganzen See mit 9″ starkem Eis überzogen hatte, die Nordseite des Sees am Ufer entlang in einem Streifen von 2 Fuss und mehr, den ganzen Winter hindurch nicht zufror! Die Temperatur des Wassers an diesen offenen Stellen wurde bei nur 6 Zoll Wassertiefe zu + 3 bis 4° Cels. gemessen, während die Luft in den Mittagsstunden — 4 bis 5° hatte. Es kann diese Erscheinung nur durch das Hervortreten unterirdisch ziehenden Wassers erklärt werden; und dieses unterirdische Wasser muss in bedeutender Menge zufliessen, um bei einem so anhaltenden und strengen Winter, als der letzte war, bei fast fortwährend herrschenden scharfen Winden, Schnee u. s. w. durch seine natürliche Erdwärme die äusseren erkältenden Einflüsse monatelang abweisen und den ganzen Uferstreifen von Eis frei erhalten zu können.

Fasst man die Resultate dieser Bohrungen noch einmal kurz zusammen, so haben sie für den Tegel durchgehends sehr günstige Resultate ergeben, und seinen Untergrund frei von Ablagerungen und aus reinem groben Sand und Kiessand mit reichlicher Stein-Beimengung nachgewiesen. Ebenso günstig fielen die Untersuchungen in der östlichen Hälfte des Müggel aus. In seiner westlichen hat sich eine Ablagerung von rot. 10 bis 12′ über dem ursprünglichen Sande gefunden, die aber aus unschädlichem Kiesel-Infusorien-Moor, Gyttje, oder dieser mit Sand gemengt, besteht. Sie ist so locker gelagert, dass sie dem Durchgang des Wassers kein Hinderniss entgegensetzt; eine nachtheilige Veränderung desselben hierbei ist ebenfalls nicht zu erwarten. Dennoch sind diese Ablagerungen in Ausdehnung und Eigenschaften noch weiter zu verfolgen. Für ein glückliches Zeichen muss es aber erachtet werden, dass der unterirdische Wasserzug nach dem Müggel zu auf das Bestimmteste, und auch die reinigende Eigenschaft des Wellenschlages auf dem Seeboden bis 10 und mehr Fuss Wassertiefe sich als wahrscheinlich hat konstatiren lassen.

Die weiteren Untersuchungen bei Gelegenheit der Pumpstation am Müggel werden sich mit allen diesen Punkten noch eingehender zu beschäftigen haben.

Berlin, im April 1871.

Veitmeyer,
Civil-Ingenieur.

Druck von W. Pormetter in Berlin, Neue Grünstrasse 30.

8 St

Veitmeyer

Verlag von Dietrich Reimer in Berlin, SW.

Anhaltische Strasse No. 12.

Situations-Plan von Berlin mit dem Weichbilde und Charlottenburg. Neu aufgenommen und gezeichnet von Sineck, Major a. D. Vier grosse Blätter. Maasstab 1 : 10,000. Zweite vollständig berichtigte Auflage. **Neue Ausgabe.**

Ausgabe I. Schwarz. Preis 5 Mark.
„ II. Schwarz, mit farbig eingedrucktem Bebauungsplan. Preis 6 Mark.
„ III. Colorirt. Preis 7 Mark.
„ IV. Colorirt, mit eingedruckten Grenzen des Weichbildes, der Polizei-Reviere und der Stadtbezirke. Preis 8 Mark.
„ V. Schwarz, mit den Grenzen der Polizei-Reviere und Stadtbezirke und roth eingedrucktem Bebauungsplan. Preis 8 Mark.

Neuester Grundriss von Berlin. Maasstab 1 : 10,000. Neue berichtigte Auflage. Schwarz. Preis in Umschlag 1 Mark 50 Pf.

Neuester Verkehrs-Plan von Berlin. Maasstab 1 : 10,000. Mit roth eingedruckten Omnibuslinien, Signaturen aller wichtigen Verkehrspunkte etc. Nebst alphabetischem Verzeichniss der Strassen mit Angabe der Postbezirke, der Plätze, Thore, Brücken, bemerkenswerthen öffentlichen Gebäude, Theater, Vergnügungsorte etc. **Neue Ausgabe.** Farbendruck und colorirt. Preis cartonnirt 2 Mark 50 Pf.

Topographische Karte der Umgegend von Berlin. Maasstab 1 : 66,666. Preis in Umschlag, schwarz 75 Pf., colorirt 1 Mark 25 Pf.

Bebauungs-Plan der Umgebungen Berlins. Genehmigt durch Allerhöchste Cabinets-Ordre vom 27. Januar und 26. Juli 1862. 17 grosse Blätter. Blatt 1—4, 6—17. Maasstab 1 : 4,000. Preis à 1 Mark 50 Pf. — Blatt 5. Maasstab 1 : 6,250. Preis 2 Mark 50 Pf.

☞ **Diese Pläne sind sämmtlich, bis auf Section 3, unter amtlicher Redaction in neuen, revidirten Ausgaben erschienen.**

Abtheilung I. Das Terrain zwischen dem Rixdorfer Damm, der Cottbuserstrasse, Skalitzerstrasse bis zur Spree und der Treptower Chaussee.
Abtheilung II. Das Terrain zwischen dem Schifffahrts-Canal, dem Rixdorfer Damm und der Belle-Alliancestrasse.
Abtheilung III. Das Terrain zwischen dem Schifffahrts-Canal, der Belle-Alliancestrasse und der Potsdamerstrasse.
Abtheilung IV. Das Terrain zwischen dem Schifffahrts-Canal, der Potsdamerstrasse und dem Zoologischen Garten.
Abtheilung V. Charlottenburg. Umfassend das Terrain zwischen der Spree, Bellevue, Hofjäger-Allee, Churfürsten-Damm, Wilmersdorfer Feldmark und dem Grunewald.
Abtheilung VI. Das Terrain zwischen der Spree, der Beusselstrasse und der Jungfernhaide.
Abtheilung VII. Das Terrain von Moabit bis zum Humboldts-Hafen.
Abtheilung VIII. Das Terrain zwischen der Beusselstrasse, Thurmstrasse und dem Berlin-Spandauer Schifffahrts-Canal.
Abtheilung IX. Das Terrain zwischen der Gartenstrasse, dem Hamburger und Rosenthaler Thor und der Brunnenstrasse.
Abtheilung X1. Das Terrain zwischen der Jungfernhaide, dem Schifffahrts-Canal und der Reinickendorferstrasse.
Abtheilung X2. Das Terrain zwischen der Reinickendorferstrasse, der Grenzstrasse und der Feldmark Pankow.
Abtheilung XI. Das Terrain zwischen der Brunnenstrasse, Wollankstrasse und der Schönhauser Allee.
Abtheilung XII. Das Terrain zwischen der Schönhauser Allee, dem früheren Schönhauser und Königs-Thor und der Weissenseer Chaussee.
Abtheilung XIII1. Das Terrain zwischen der Weissenseer Chaussee, dem früheren Königs- und Landsberger Thor und der Küstriner Chaussee.
Abtheilung XIII2. Das Terrain zwischen der Landsberger und Frankfurter Chaussee.
Abtheilung XIV. Das Terrain zwischen der Frankfurter und Stralauer Chaussee, dem früheren Frankfurter und Stralauer Thor.
Abtheilung XV. Bebauungs-Plan von einem Theile des Königs- und Stralauer Viertels. Das Terrain zwischen dem früheren Stralauer und Königs-Thor, innerhalb der Stadt.

Der grosse Maasstab sämmtlicher Abtheilungen gestattet, alle Bau-Projecte darauf einzutragen, auch werden diese Pläne behufs der Bau-Erlaubniss vom Königl. Polizei-Präsidium, in dessen Auftrage dieselben erschienen sind, als Situations-Pläne angenommen.

Druck von W. Pormetter in Berlin, C., Neue Grünstrasse 30.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Veitmeyer, Ludwig Alexander,

Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserversorgung der Stadt Berlin

Bd.: [2,1]

Berlin 1875
Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Stw 7832 -2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11283152-0